



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
Ano 2014

**Catarina Filipa
Oliveira Cardoso
Valga**

**Análise energética de edifícios de serviços: casos
de estudo no Grupo Salvador Caetano**



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
Ano 2014

**Catarina Filipa
Oliveira Cardoso
Valga**

Análise energética de edifícios de serviços: casos de estudo no Grupo Salvador Caetano

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Energéticos Sustentáveis, realizado sob a orientação científica do Prof. Doutor Joaquim Borges Gouveia, Professor Catedrático Aposentado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial e co-orientação científica do Prof. Doutor José Paulo Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

O júri

Presidente

Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro
(orientador)

Prof^a. Doutora Mónica Sandra Abrantes de Oliveira Correia

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro
(arguente)

Agradecimentos

Agradeço ao Grupo Salvador Caetano e em particular à ENP - Energias Renováveis de Portugal pela oportunidade dada para o desenvolvimento deste trabalho nas suas instalações.

Ao Doutor Bruno Gomes, orientador da ENP, pela ajuda e disponibilidade prestadas.

A todos os colaboradores dos casos de estudo pela simpatia, disponibilidade e apoio.

À GALP Energia e à Universidade de Aveiro pela oportunidade de integrar o Programa de Estágios GALP 202020.

Ao Professor Doutor Joaquim Borges Gouveia, Professor Doutor José Paulo Santos e Professor Miguel Oliveira pelo apoio dado na execução do estágio.

Aos meus pais e amigos pelo carinho e motivação.

Palavras-chave

Eficiência energética, Grupo Salvador Caetano, Iluminação e Plano Energético.

Resumo

O Grupo Salvador Caetano desenvolve a sua atividade nas áreas da indústria, energias renováveis e montagem, retalho e reparação automóvel. O objetivo deste trabalho consistiu na análise energética de 5 edifícios de serviços da área de retalho e reparação bem como na avaliação do impacto da aplicação do Plano Energético do Grupo sobre os consumos energéticos dessas instalações. O Plano Energético visa atuar em várias áreas nomeadamente na sensibilização, ajuste tarifário, alteração da tecnologia de iluminação, compensação de energia reativa, instalação de sistemas de produção de energia e de sistemas de gestão, controlo e monitorização de energia.

Para a realização deste trabalho foram analisados os vários documentos energéticos em vigor no Grupo, caracterizados os 5 casos de estudo em termos de áreas de atividade, fontes de energia utilizadas, tipo de iluminação característica, equipamentos de trabalho e ponto de situação da aplicação do Plano Energético em cada edifício.

Verificou-se que o ajuste tarifário foi efetuado nos 5 casos de estudo, a compensação de energia reativa ainda não foi realizada no caso de estudo 5. Nos casos de estudo 3, 4 e 5 já se procedeu à atuação sobre parte da iluminação e no caso de estudo 3 foi instalada uma Miniprodução. Face à verificação das medidas aplicadas, foram desenvolvidas as medidas por aplicar, nomeadamente a avaliação da viabilidade da substituição da iluminação actual, miniprodução e sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia e uma bateria de condensadores no caso de estudo 5.

A aplicação total do Plano Energético rondará os 30 000€, com poupanças anuais estimadas de 4000€ a 5000€, consoante os edifícios e será uma mais-valia atuar principalmente nas áreas da iluminação, compensação de energia reativa e instalação de sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia.

Keywords

Energy efficiency, Energy Plan, Lighting and Salvador Caetano Group.

Abstract

Salvador Caetano Group develops his activity in industry, renewable energy and assembly, retail and automotive repair. The objective of this work was the energy analysis of 5 retail area services buildings and repair as well as in evaluating the impact of applying the Group's Energy Plan on energy consumption of these buildings. The Energy Plan aims to act in many areas particularly in sensitization, tariff adjustment, change in lighting technology, reactive power compensation, installation of energy production systems and management, control and monitoring of energy.

For this work were analyzed many energy documents in effect at the Group, characterized the five case studies in terms of activity areas, the energy sources used, type of characteristic lighting, work equipment and status of implementation of the Plan energy in each building. It was found that the tariff adjustment was made in five case studies, the reactive power compensation has not yet been made in the case study 5. In case studies 3, 4 and 5 have been undertaken already acting on part of the lighting and case study 3 installed a Miniproduction. Given the verification of the measures implemented, the measures were developed to apply in particular the assessment of the viability of replacing the current lighting, miniproduction and control, management and monitoring of energy and a the capacitor bank in the case study 5.

The full implementation of the Energy Plan will be around 30000€, with annual estimated savings of 4000€ to 5000€, depending on the buildings and will be an added advantage to act especially in the areas of lighting, reactive power compensation and installation of control systems, management and monitoring of energy.

Índice

Lista de acrónimos	IX
Lista de símbolos	XI
Lista de siglas.....	XIII
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos do trabalho.....	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura do trabalho	4
Capítulo 2 – Revisão bibliográfica	5
2.1. Enquadramento energético nacional	5
2.2. Políticas energéticas	5
2.3. ISO 50001.....	8
2.4. Auditoria energética	10
2.5. Medidas de redução dos consumos energéticos.....	11
2.5.1. Fatura e tarifários energéticos	11
2.5.2. Iluminação	15
2.5.3. Energia reativa.....	22
2.5.4. Sistemas de produção de energia	26
2.5.5. Sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia	32
Capítulo 3 – Caracterização da empresa em estudo.....	37
3.1. O Grupo Salvador Caetano	37
3.2. Energias Renováveis de Portugal	38
3.3. Sistema de Gestão de Energia	39
3.4. Plano Energético	40

3.5. Plano de Medição e Verificação de Desempenho Energético	47
Capítulo 4 – Análise dos casos de estudo	51
4.1. Caracterização dos casos de estudo	51
4.2. Fontes de energia	52
4.3. Consumos energéticos.....	54
4.4. Tecnologia de iluminação	62
4.5. Equipamentos de trabalho	72
4.6. Indicadores energéticos.....	73
Capítulo 5 – Análise das medidas a implementar	75
5.1. Medidas aplicadas.....	75
5.2. Impacto da aplicação do Plano Energético	77
Capítulo 6 – Conclusões	91
6.1. Limitações e perspectivas de desenvolvimento futuro	92
Referências bibliográficas	95
Anexos	101
Anexo A – Cronograma de estágio	103
Anexo B – Investimentos considerados nos cálculos da Iluminação.....	105
Anexo C – Consumos de energia elétrica	107
Anexo D– Consumos de gás natural	121
Anexo E – Consumo de gasóleo de aquecimento.....	123
Anexo F – Faturação, reparações e viaturas vendidas em 2012 e 2013 por caso de estudo ...	125

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Evolução do consumo de energia primária e final.....	1
Figura 1.2 – Distribuição do consumo de energia por setor de atividade.	2
Figura 2.1 – Esquema ilustrativo do funcionamento da <i>ISO 50001</i>	9
Figura 2.2 – Lâmpada incandescente.....	16
Figura 2.3 – Lâmpada de halogéneo.	17
Figura 2.4 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T5, T8, T10 e T12.	17
Figura 2.5 – Características das lâmpadas T5, T8, T10 e T12.	18
Figura 2.6 - Lâmpadas fluorescentes compactas.	18
Figura 2.7 – Lâmpadas de iodetos metálicos.	19
Figura 2.8 – Lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão.....	19
Figura 2.9 – Lâmpada de vapor de sódio a alta pressão.	20
Figura 2.10 – Lâmpadas led.....	20
Figura 2.11 – Luminária.....	21
Figura 2.12 – Relação entre a potência aparente, reativa e ativa.	23
Figura 2.13 – Princípio de funcionamento de uma bateria de condensadores.	24
Figura 2.14 – Esquema exemplificativo da cálculo da potência de compensação.	26
Figura 2.15 – Insolação anual em Portugal.	27
Figura 2.16 – Radiação solar na Europa.	28
Figura 2.17 – Instalação solar fotovoltaica.....	28
Figura 2.18 – Painel solar fotovoltaico monocristalino.....	29
Figura 2.19 – Painel solar fotovoltaico de silício policristalino.	29
Figura 2.20 – Painel solar fotovoltaico de silício amorfo.	30
Figura 2.21 – Estrutura do sistema SCADA.	34
Figura 2.22 – WinnCC.	35
Figura 2.23 – Movicom.....	36
Figura 2.24 – Rslinx.....	36
Figura 3.1 – Fluoresave.	43
Figura 3.2 – Princípio de funcionamento do Fluoresave.....	44
Figura 3.3 – Exemplo de uma instalação de Reguladores de Tensão	45
Figura 3.4 - Sistema de Controlo e Gestão de Energia do Grupo Salvador Caetano.	46

Figura 3.5 - Exemplo de um SGCE instalado.....	48
Figura 4.1 - Evolução dos consumos de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 1.....	54
Figura 4.2 – Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.....	55
Figura 4.3 - Evolução dos consumos de gás natural 2012-2014 no caso de estudo 1.....	55
Figura 4.4 - Evolução do consumo de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 2.....	56
Figura 4.5 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.....	57
Figura 4.6 - Evolução do consumo de gasóleo de aquecimento 2012-2014 no caso de estudo 2...57	
Figura 4.7 - Evolução do consumo de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 3.....	58
Figura 4.8 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.....	59
Figura 4.9 - Evolução do consumo de gás natural 2012-2014 no caso de estudo 3.....	59
Figura 4.10 - Evolução dos consumos de energia elétrica no caso de estudo 4.....	60
Figura 4.11 - Distribuição do consumo de energia elétrica período horário.....	61
Figura 4.12 - Evolução dos consumos de energia elétrica no caso de estudo 5.....	61
Figura 4.13 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.....	62
Figura 4.14 - Lâmpadas oficinais de 250 W.....	63
Figura 4.15 –Lâmpadas fluorescentes tubulares dos escritórios.....	63
Figura 4.16 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 1.....	63
Figura 4.17 – Lâmpadas fluorescentes dos escritórios e das estufas de pintura	65
Figura 4.18 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 2.....	65
Figura 4.19 – Lâmpadas fluorescentes tubulares características da pintura e anexos	67
Figura 4.20 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 3.....	68
Figura 4.21 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 4.....	70
Figura 4.22 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 5.....	71
Figura 5.1 – Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 1.....	87
Figura 5.2 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 2.....	88
Figura 5.3 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 3.....	88
Figura 5.4 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 4.....	88
Figura 5.5 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 5.....	89

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Características do ciclo diário.....	13
Tabela 2.2 – Características do ciclo semanal.....	13
Tabela 2.3 – Características da Baixa, Média e Alta Tensão.	14
Tabela 2.4 – Características das lâmpadas.....	21
Tabela 3.1 – Tecnologia de iluminação do Plano Energético.....	41
Tabela 3.2 – Tecnologia de iluminação do Plano Energético para novas instalações.	41
Tabela 3.3 – Características das lâmpadas atuais.	42
Tabela 3.4 – Características das lâmpadas previstas no Plano Energético.....	43
Tabela 3.5 - Características dos Reguladores de Tensão.	45
Tabela 3.6 - Compatibilidade do Fluoresave por tipo de lâmpadas.....	45
Tabela 4.1 - Caracterização dos 5 casos de estudo	51
Tabela 4.2 – Fontes de energia de cada caso de estudo.....	52
Tabela 4.3 – Características do fornecimento de energia elétrica por caso de estudo.....	53
Tabela 4.4 - Características do fornecimento de gás natural por caso de estudo.....	53
Tabela 4.5 – Consumos energéticos do caso de estudo 1.	56
Tabela 4.6 - Consumos energéticos do caso de estudo 2.	58
Tabela 4.7 - Consumos energéticos do caso de estudo 3.	60
Tabela 4.8 – Consumos energéticos do caso de estudo 5.	62
Tabela 4.9 - Consumos de iluminação no caso de estudo 1.	64
Tabela 4.10 - Consumos de iluminação no caso de estudo 2.	66
Tabela 4.11 - Consumos de iluminação no caso de estudo 3.	68
Tabela 4.12 - Consumos de iluminação no caso de estudo 4.	70
Tabela 4.13 - Consumos de iluminação no caso de estudo 5.	71
Tabela 4.14 – Consumos relativos à iluminação.	72
Tabela 4.15 - Consumos relativos aos equipamentos de trabalho.	73
Tabela 4.16 – Indicadores energéticos por caso de estudo.....	74
Tabela 5.1 – Medidas aplicadas.	75
Tabela 5.2 – Impacto das medidas já aplicadas.	76
Tabela 5.3 – Investimentos, poupanças e reduções obtidas após a instalação das baterias de condensadores..	76

Tabela 5.4 – Características da Miniprodução do caso de estudo 3.....	77
Tabela 5.5 – Custo do kWh de energia elétrica.....	78
Tabela 5.6 – Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 1.....	79
Tabela 5.7 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 2.....	80
Tabela 5.8 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 3.....	81
Tabela 5.9 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 4.....	81
Tabela 5.10 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 5.....	82
Tabela 5.11 – Impacto da substituição da iluminação.	83
Tabela 5.12 – Investimentos associados ao Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia.....	84
Tabela 5.13 – Energia ativa e reativa do caso de estudo 5.	85
Tabela 5.14 – Cálculos efetuados para o dimensionamento da bateria de condensadores.	85
Tabela 5.15 – Orçamento da bateria de condensadores a instalar no caso de estudo 5.	86
Tabela 5.16 – Características da Miniprodução.	86
Tabela 5.17 - Características do dimensionamento da Miniprodução.....	87
Tabela 5.18 – Investimentos e reduções totais.....	89
Tabela A.1 - Cronograma de estágio	103
Tabela B.1 – Sobrecustos da substituição tecnológica.....	105
Tabela B.2 – Investimentos iniciais das lâmpadas led e reguladores de tensão.....	105
Tabela C.1 – Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 1.....	107
Tabela C.2 – Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2012.	108
Tabela C.3 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2013.....	108
Tabela C.4 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2014.....	109
Tabela C.5 – Fator de potência da instalação 1 em 2012 a 2014.....	109
Tabela C.6 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 2.	110
Tabela C.7 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2012.....	111
Tabela C.8 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2013.....	111
Tabela C.9 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2014.....	112
Tabela C.10 - Fator de potência da instalação 2 em 2012 a 2014.	112
Tabela C.11 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 3.	113
Tabela C.12 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2012.....	114
Tabela C.13 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2013.....	114
Tabela C.14 – Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2014.....	115

Tabela C.15 - Fator de potência da instalação 3 em 2012 a 2014.	115
Tabela C.16 - Consumo de energia elétrica no caso de estudo 4 de 2012 a 2014.....	116
Tabela C.17 - Consumo de energia elétrica no caso de estudo 5 de 2012 a 2014.....	117
Tabela C.18 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 5.....	117
Tabela C.19 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2012.....	118
Tabela C.20 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2013.....	118
Tabela C.21 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2014.....	119
Tabela C.22 - Fator de potência da instalação 5 em 2012 a 2014.	119
Tabela D.1 – Consumos e custos de gás natural no caso de estudo 1.....	121
Tabela D.2 - Consumos e custos de gás natural no caso de estudo 3.....	122
Tabela E.1 - Consumos e custos de gásóleo de aquecimento no caso de estudo 2.	123
Tabela F.1 - Faturação, reparações e viaturas vendidas em 2012 e 2013 por caso de estudo	125

Lista de acrónimos

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

ENE 2020 – Estratégia Nacional Energética 2020

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ISO – Organização Internacional para a Normalização, do inglês *International Organization for Standardization*

LED – Díodo emissor de luz, do inglês *Light emitting diode*

LVEE – Livro Verde para a Eficiência Energética

PAEE – Plano de Ação para a Eficiência Energética

PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

SCADA – Sistemas de Controlo, Supervisão e Aquisição de Dados, do inglês *Supervision Control And Data Acquisition System*

tep – toneladas equivalentes de petróleo

VAB – Valor Anual Bruto

Lista de símbolos

η – rendimento luminoso

\varnothing – fluxo luminoso

A – Ampere

cd – candela

CO₂ – dióxido de carbono

E – Iluminância

I – Intensidade luminosa

GWh – Gigawatt hora

h – hora

hz – hertz

K – Kelvin

Kgep – quilogramas equivalentes de petróleo

kVA – quilovoltampere

kVAr – quilovoltampere reativo

kW – quiloWatt

kWh – quiloWatt hora

L - Litros

lm – lúmen

lux – lúmen por metro quadrado

m² – metro quadrado

m³ – metro cúbico

mm - milímetros

MWh – MegaWatt hora

P – Potência Ativa

Q – Potência Reativa

Rep – Número de reparações efetuadas nas oficinas

S – Potência Aparente

tan – tangente

tan \emptyset – razão entre a energia reativa e a energia ativa num determinado período de tempo

ton – toneladas

V – Volt

VA – VoltAmpere

W – Watt

Lista de siglas

AT – Alta Tensão

BTE – Baixa Tensão Especial

BTN – Baixa Tensão Normal

CLP – Controladores lógicos programáveis, do inglês *Power Line Communication*

CEE – Consumo Específico de Energia

EC – Energia consumida em horas de cheia

EP – Energia consumida em horas de ponta

ENP – Energias Renováveis de Portugal

ER – Energia Reativa

FC – Lâmpada Fluorescente Compacta

FT T5 – Lâmpada Fluorescente Tubular T5

FT T8 – Lâmpada Fluorescente Tubular T8

GSC – Grupo Salvador Caetano

IC – Intensidade Carbónica

IE – Intensidade Energética

IHM – Interface Homem Máquina, do inglês *Human-machine interface*

IRC – Índice de restituição cromática

MAT – Muito Alta Tensão

MT – Média Tensão

MTU – Unidade Principal Terminal, do inglês *Master Terminal Unit*

PC – Potência Contratada

PMVDE – Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético

RTU – Unidade Terminal Remota, do inglês *Remote Terminal Unit*

SGE – Sistema de Gestão de Energia

SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

SQL – Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*

SRMini – Sistema de Registo da Miniprodução

VMAP – Vapor de Mercúrio a Alta Pressão

VSAP – Vapor de Sódio a Alta Pressão

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Enquadramento

Nos últimos anos, tornou-se evidente a elevada dependência energética de Portugal. Em 2012, o consumo de energia primária e final registou um ligeiro decréscimo face a 2011 (Figura 1.1). A importação de energia aumentou ligeiramente em 2012 comparativamente aos anos anteriores. Este facto deve-se à necessidade de utilizar combustíveis fósseis como o carvão, o petróleo e o gás natural para a produção de energia, recursos que Portugal não possui. As fontes de energia renováveis não são por si só competitivas e suficientes, mas têm sido essenciais para a ligeira redução desta dependência (Ambiente, 2013).

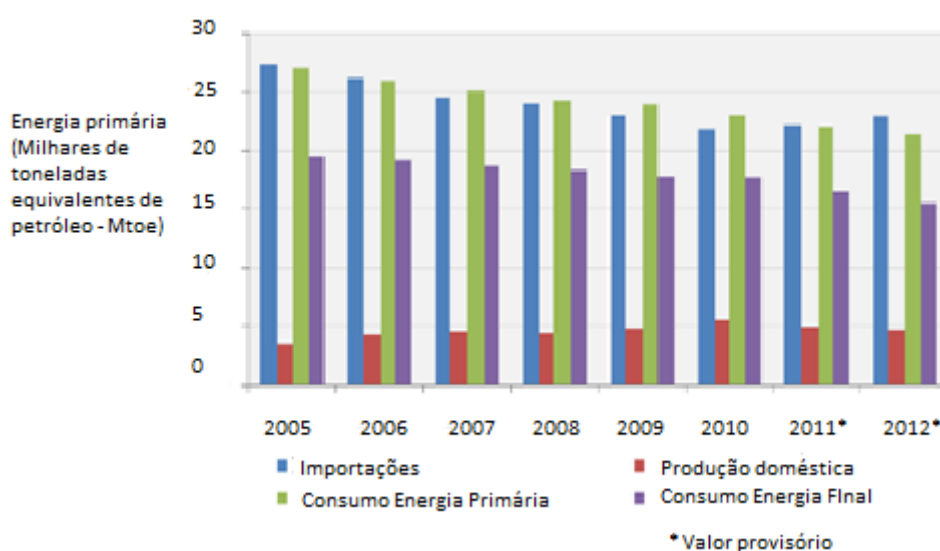


Figura 1.1 - Evolução do consumo de energia primária e final.

Fonte: (Ambiente, 2013).

Em termos de setor de atividade, os setores dos transportes, indústria, doméstico e de serviços representam respetivamente as maiores parcelas do consumo de energia final por setor (Figura 1.2). O setor de serviços tem registado uma elevada expansão e é, por isso, essencial promover melhores práticas energéticas nos vários edifícios deste setor (Ambiente, 2013).

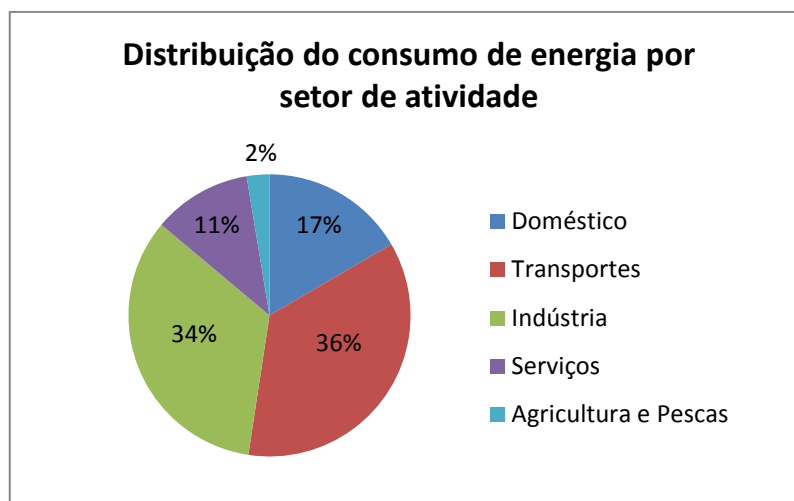


Figura 1.2 – Distribuição do consumo de energia por setor de atividade.
Fonte: Adaptado de (Ambiente, 2013).

O Grupo Salvador Caetano, conhecido pela indústria de automóveis e autocarros apresenta também vários edifícios de serviços na área de retalho e reparação automóvel distribuídos pelo país. Através da ENP – Energias Renováveis de Portugal, está atento às várias problemáticas energéticas e ambientais, bem como à necessidade de promover melhores práticas nas suas instalações. Como tal, elaborou vários documentos energéticos nomeadamente o Sistema de Gestão de Energia, o Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético e o Plano Energético 2012/2013, o qual se destaca por ser um dos principais documentos em matéria energética desenvolvido para o Grupo Salvador Caetano. Este documento prevê a atuação sobre 6 áreas distintas e deve ser aplicado a todas as instalações constituintes do Grupo Salvador Caetano ao longo do país.

1.2. Objetivos do trabalho

Este trabalho tem como principal objetivo analisar os consumos energéticos de cinco edifícios de serviços da área de retalho e reparação automóvel e avaliar o impacto de um conjunto de medidas previstas no Plano Energético do Grupo Salvador Caetano sobre os consumos energéticos dessas instalações.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- Análise dos principais tópicos e objectivos do Sistema de Gestão de Energia, do Plano Energético e do Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético;
- Conhecimento geral das instalações de acordo com o cronograma descrito no Anexo x;

- Caracterização das instalações em termos de fontes de energia características, análise de faturas energéticas, levantamento da iluminação e equipamentos de trabalho e análise dos principais dados de faturação (vendas, reparações e faturação);
- Cálculo de indicadores energéticos;
- Cálculo de consumos energéticos associados à iluminação;
- Avaliação do ponto de situação da aplicação do Plano Energético na instalação;
- Desenvolvimento das medidas ainda não implementadas (iluminação, sistemas de produção de energia, sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia e compensação de energia reativa;
- Elaboração do relatório de cada instalação com principais resultados, conclusões, limitações e áreas de atuação futuras.

1.3. Metodologia

Para a realização deste trabalho, inicialmente foram analisados detalhadamente os Planos Energéticos do Grupo Salvador Caetano (Sistema de Gestão de Energia, Plano Energético e Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético).

De seguida, foram analisadas as faturas de energia (energia elétrica, gás natural e gasóleo de aquecimento) de cada instalação desde o ano de 2012 e avaliada a evolução dos consumos energéticos ao longo do tempo. Posteriormente, foram analisados os principais dados de faturação nomeadamente, o número de veículos vendidos, o número de reparações e a faturação total com vista ao posterior cálculo de indicadores energéticos.

De seguida, foi efetuado um levantamento do tipo de iluminação existente por secção (número e tipo de lâmpadas, potência e horas de funcionamento) e estimados os consumos associados.

Por fim, procedeu-se a um levantamento das medidas previstas no plano energético de modo a saber quais é que foram implementadas em cada instalação. Para além disso, também foram desenvolvidas as restantes medidas (substituição da iluminação, dimensionamento de uma bateria de condensadores, dimensionamento da instalação de Miniprodução e da instalação de sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia) e avaliado o seu impacto nos consumos energéticos dos edifícios.

1.4. Estrutura do trabalho

A presente dissertação encontra-se organizada em 6 capítulos.

No capítulo 1 é efetuada uma introdução ao tema em estudo, são definidos os objetivos do trabalho e identificada a metodologia adotada para a realização do mesmo.

No capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica das várias temáticas estudadas, a qual engloba o enquadramento energético a nível global e nacional, a descrição da norma *ISO 50001*, que serviu de base aos Planos Energéticos da empresa em estudo, a descrição de cada uma das etapas de uma auditoria energética bem como algumas medidas de redução de consumos energéticos. Estas medidas focam-se essencialmente nas áreas prioritárias de intervenção descritas no Plano Energético, nomeadamente a fatura e os tarifários energéticos, iluminação, energia reativa, sistemas de produção de energia e sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia.

No capítulo 3 é caracterizado o Grupo Salvador Caetano, a ENP – Energias Renováveis de Portugal e são descritos os 3 Planos Energéticos elaborados pela empresa, ou seja o Sistema de Gestão de Energia, o Plano Energético 2012/2013 e o Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético.

No capítulo 4 caracterizam-se as 5 instalações estudadas do ponto de vista das fontes de energia usadas, consumos energéticos, iluminação, equipamentos de trabalho e indicadores energéticos.

No capítulo 5 são analisadas quais das medidas previstas no Plano Energético é que já foram aplicadas em cada caso de estudo e desenvolvidas as medidas que ainda não foram aplicadas.

No capítulo 6 estão descritas as conclusões finais obtidas com a realização deste trabalho bem como as limitações encontradas e as perspetivas de desenvolvimento futuro.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

2.1. Enquadramento energético nacional

Atualmente, o setor energético assume particular importância em todo o Mundo, dado que a energia apresenta um papel fundamental na sociedade. As necessidades energéticas são cada vez maiores e o ser humano consome energia em quase todas as tarefas do seu dia-a-dia.

A maior parte da energia utilizada provém dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), que são recursos não renováveis, finitos e poluentes, dos quais o Homem tem elevada dependência. Estes recursos são essenciais quer para a produção de energia para os transportes, quer para a produção de energia elétrica utilizada nos setores doméstico, industrial e de serviços.

A constante procura e utilização de combustíveis fósseis resulta numa diminuição das reservas destes recursos, o que associado à crise energética tem conduzido a um aumento dos preços dos combustíveis. Para além disso, esta constante procura, conduz à emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera, como o dióxido de carbono. Como tal, torna-se necessário promover a eficiência energética e apostar na produção de energias renováveis, como por exemplo a energia solar térmica e fotovoltaica de forma a inverter esta situação.

A correta gestão de energia permite conhecer os principais consumidores de determinada instalação, verificar as condições de operação e manutenção dos equipamentos de trabalho bem como, conhecer as diferentes soluções e opções disponíveis para intervir nessa instalação. Esta gestão permite promover a utilização racional de energia e eliminar os consumos supérfluos nomeadamente, o desperdício energético.

Com vista a inverter a atual situação do país, o estado português aprovou vários documentos estratégicos, os quais estabelecem diretrizes e metas a atingir até 2020 com o intuito de promover a eficiência energética, diminuir as emissões de gases com efeito de estufa e minimizar os custos associados à produção e utilização de fontes de energia (APICER, 2012).

2.2. Políticas energéticas

A política energética tem como objetivo reforçar a competitividade do setor energético, através do equilíbrio entre a competitividade, a sustentabilidade ambiental e a segurança no abastecimento, aprovisionamento e transporte de energia.

As principais linhas orientadoras de uma política energética são a garantia da energia final a preços competitivos, a melhoria da eficiência energética do país, através da redução de custos e do desperdício energético e por conseguinte aumento da sustentabilidade ambiental. O reforço da diversificação de fontes primárias de energia, a redução da dependência petrolífera e energética sem comprometer a segurança do abastecimento, o cumprimento dos objetivos energéticos definidos pelos planos em vigor, a promoção da utilização racional de energia e a promoção da competitividade, transparência e liberalização dos mercados de energia representam as restantes linhas que definem a política energética (Direção Geral de Energia e Geologia, 2012).

Desta forma, foram criados vários documentos, quer a nível nacional quer pela Comissão Europeia, para garantir o cumprimento destes aspetos anteriormente mencionados.

O Livro Verde para a Eficiência Energética (LVEE) foi criado em 2006 pela Comissão Europeia para promover uma estratégia para o desenvolvimento da energia sustentável, competitiva e segura na União Europeia (Livro verde sobre a eficiência energética, 2005). A partir deste documento, a União Europeia definiu vários objetivos climáticos e energéticos, intitulados por metas 20-20-20 e elaborou uma série de documentos estratégicos para auxiliar no cumprimento destes mesmos objetivos.

Os objetivos 20-20-20 definem as seguintes metas até ao ano de 2020:

- Redução das emissões de gases com efeito de estufa em pelo menos 20% face aos níveis registados em 1990;
- 20% do consumo energético deve ser proveniente de fontes de energia renováveis;
- Redução de 20% do consumo de energia primária (Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013).

Para auxiliar no cumprimento destas metas foram elaborados e aprovados vários documentos de onde se destaca o Plano de Ação para a Eficiência Energética (PAEE 2007 – 2012), cujo principal objetivo é reduzir 20% do consumo de energia até 2020. O plano de ação inclui medidas que visam melhorar o rendimento energético, reduzir o impacto dos transportes no consumo energético, reforçar um comportamento racional em matéria de consumo de energia e consolidar a ação internacional em matéria de eficiência energética (Comissão das comunidades europeias, 2006).

No seguimento deste documento, em Portugal foram elaborados documentos mais específicos com vista ao cumprimento das metas anteriormente definidas.

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) estabelece um conjunto de medidas de eficiência energética que têm como principal objetivo diminuir em 9% o consumo final de energia até 2016 e 20% até 2020 e abrange vários setores de atividade como o setor dos transportes, residencial, serviços, indústria e agricultura (Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013).

O Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) define um conjunto de objetivos e atuação em áreas distintas como a incorporação de energias renováveis para a produção de eletricidade, para aquecimento e arrefecimento e utilização de biocombustíveis no setor dos transportes. Pretende-se com a implementação deste plano, reduzir a dependência energética do exterior e promover o desenvolvimento sustentável através da promoção da eficiência energética, maior utilização de fontes de energia renováveis e diminuição das emissões de gases com efeito de estufa (Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013).

A Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) define uma agenda para a competitividade, para o crescimento e a independência energética e financeira do País. Para isto deve-se apostar nas energias renováveis e na promoção integrada da eficiência energética com o objetivo de diminuir os valores das emissões de gases com efeito de estufa o que irá permitir a redução de 20% do consumo final de energia até 2020.

Os objetivos específicos da ENE 2020 são reduzir a dependência energética do país face ao exterior de 85% para 74% até 2020, assegurar os compromissos energéticos de Portugal (reduzir 20% do consumo de energia final até 2020, garantir que 31% do consumo final de energia seja assegurado por fontes de energias renováveis e 60% de toda a eletricidade consumida seja garantida pelas mesmas fontes de energia), assegurar a garantia da segurança de abastecimento através da diversificação do “mix” energético, quer no que diz respeito às fontes quer às origens do abastecimento, promoção da eficiência energética com o objetivo de redução de consumo da energia final em 10% até 2015 e 20% em 2020 e promover a sustentabilidade económica e ambiental (Resolução do Conselho de Ministros nº 29/2010).

2.3. ISO 50001

Devido à crescente necessidade de promover a eficiência energética e eliminar o desperdício de energia, foi criada a Norma *ISO 50001:2012* relativa aos Sistemas de Gestão de Energia – requisitos e orientações para a sua implementação.

Esta norma traduz uma abordagem sistemática e estruturada cujo principal objetivo é otimizar o uso de energia através do aumento da eficiência energética. Esta Norma pode ser aplicada a qualquer tipo de organização independentemente da sua atividade ou dimensão, uma vez que serve de apoio à definição dos processos e medidas necessárias à melhoria do desempenho energético da instalação em causa. No entanto, não estabelece critérios específicos de desempenho energético, sendo a organização responsável pela definição e aplicação dos seus próprios critérios essenciais à melhoria do desempenho energético (CCEnergia, 2013).

Segundo a Norma, um Sistema de Gestão de Energia (SGE) é definido como “um conjunto de elementos inter-relacionados que permitem estabelecer uma política e objetivos energéticos assim como os processos para alcançar os objetivos”. Para a correta aplicação e funcionamento do SGE, é essencial que a organização defina uma política energética, os objetivos pretendidos com a aplicação deste sistema bem como um planeamento de todas as tarefas a realizar. Deve, seguidamente, proceder à análise dos consumos e levantamento de todos os dados necessários, com vista à procura constante de oportunidades de melhoria e à melhoria contínua do desempenho energético (SGS, 2013).

É baseada no ciclo de melhoria contínua Plan-Do-Act-Check (Planear, Executar, Atuar e Verificar) e especifica os requisitos mais importantes para identificar, controlar e monitorizar os aspetos energéticos de uma organização. A Figura 2.1 especifica de forma esquemática as principais fases e aspetos essenciais desta Norma Internacional (CCEnergia, 2013).

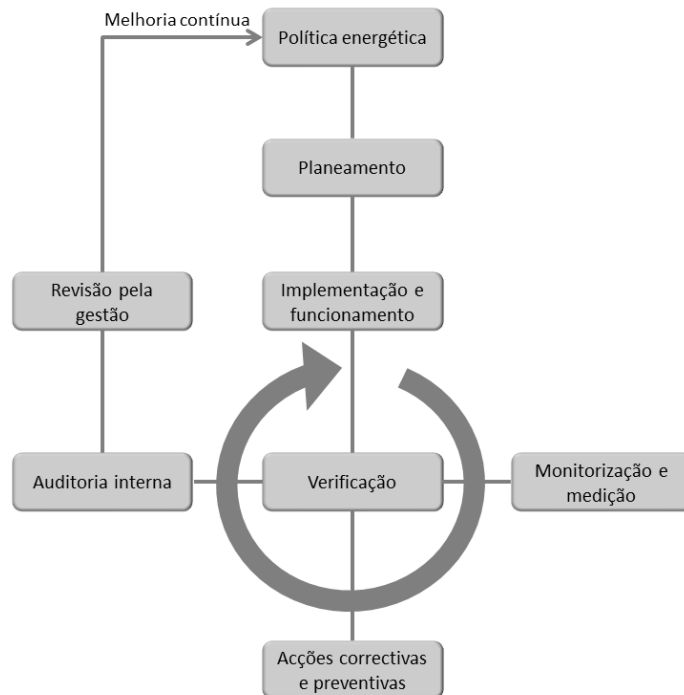


Figura 2.1 – Esquema ilustrativo do funcionamento da ISO 50001.
 Fonte: (Comissão de Estudo Especial de Gestão de Energia, 2011).

Na fase de planeamento devem ser analisadas as principais fontes de energia, calculados os indicadores energéticos, definidos objetivos, metas e planos de ação para alcançar esses mesmos objetivos.

Na fase da execução devem ser implementados os planos de ação anteriormente definidos. A fase de verificação consiste na monitorização dos processos e a fase de atuação diz respeito à melhoria contínua do sistema de gestão de energia definido.

Estas etapas são essenciais para que o Sistema de Gestão de Energia funcione corretamente e assim, a organização irá melhorar a sua imagem, diminuir os custos de energia e os impactos ambientais associados e, por conseguinte, melhorar o desempenho energético.

A melhoria contínua do desempenho energético de uma instalação só é conseguida através da realização de auditorias energéticas que permitam conhecer a instalação e os processos em causa, de forma a poderem ser elaboradas medidas e metas a alcançar decorrentes dessa análise (CC Energia, 2013).

2.4. Auditoria energética

Uma auditoria energética é um estudo detalhado das condições de utilização de energia numa determinada instalação. Este estudo tem como objetivo analisar o desempenho energético da instalação, com vista a identificar oportunidades de melhoria que permitam diminuir os consumos e custos e melhorar o desempenho energético.

Permite ainda controlar os consumos associados aos equipamentos de trabalho, melhorar a eficiência destes equipamentos, verificar a necessidade de manutenção de equipamentos e reduzir os impactos ambientais associados à utilização das várias fontes de energia (Adene, 2004).

A realização de uma auditoria energética pode ser motivada pela obrigatoriedade (quando a instalação está abrangida pelo SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia ou pretende obter uma Certificação Energética), pela necessidade de poupança ou por questões de imagem e preocupação ambiental.

Antes da realização da auditoria é essencial definir os objetivos desta, bem como o seu âmbito, uma vez que estes detalhes condicionam a abordagem da auditoria energética. Após essa definição, a auditoria energética compreende várias etapas, nomeadamente a visita às instalações, a recolha e análise de dados documentais, a apresentação de medidas de racionalização de consumos e a apresentação de resultados. De uma forma sucinta o relatório da auditoria deve compreender os seguintes aspetos (Adene, 2004):

- Descrição do funcionamento da instalação em estudo;
- Descrição dos processos produtivos;
- Identificação e caracterização das fontes de energia usadas;
- Quantificação dos consumos energéticos por setor, produto ou equipamento;
- Levantamento e caracterização dos equipamentos de trabalho e períodos de funcionamento;
- Balanços de massa e de energia;
- Quantificação dos consumos energéticos e a sua importância no custo final;
- Incluir o cálculo de vários indicadores como:

- **Intensidade Energética (IE)** – traduz a razão entre o consumo de energia, considerando apenas 50% dos consumos associados a subprodutos endógenos ou fontes de energia renováveis e o valor anual bruto;
 - **Consumo Específico de Energia (CEE)** – representa a razão entre o consumo de energia, considerando apenas 50% dos consumos associados a subprodutos endógenos ou fontes de energia renováveis e o volume produzido;
 - **Intensidade Carbónica (IC)** – exprime o quociente entre as emissões de gases com efeito de estufa emitidas para a atmosfera e o consumo total de energia.
- Identificar as principais áreas de atuação, medidas a implementar, reduções alcançadas através da implementação dessas medidas e períodos de retorno;
 - Mecanismos de apoio financeiro;
 - Linhas orientadoras para a melhoria contínua do esquema operacional de gestão de energia.

Dado que um dos principais objetivos de uma auditoria energética é identificar áreas e medidas com vista à melhoria dos indicadores anteriormente referidos, seguidamente são identificadas algumas das principais áreas de intervenção energética (Despacho nº 17449/2008) e (Adene, 2004).

2.5. Medidas de redução dos consumos energéticos

Neste subcapítulo são identificadas e descritas algumas das principais medidas de redução de consumos energéticos numa instalação e que serão essenciais para a compreensão do trabalho desenvolvido posteriormente.

2.5.1. Fatura e tarifários energéticos

Uma fatura energética contém informações detalhadas sobre o consumo de uma determinada fonte de energia (energia elétrica, gás natural, propano, gásóleo de aquecimento, entre outras) num determinado edifício durante um certo período de tempo.

A fatura de energia elétrica contém várias informações, nomeadamente o ciclo horário, a potência contratada, requisitada e instalada, o período de faturação, a energia ativa e reativa

consumida e fornecida nesse período, o consumo e custo de energia ativa por período horário (horas de ponta, cheia, vazio normal e super vazio em função do ciclo tarifário ser diário ou semanal), o fator de potência, a contribuição audiovisual, os encargos de potência, os valores relativos ao acesso às redes, a percentagem das fontes de energia primária utilizadas na produção de eletricidade, as emissões de CO₂ correspondentes à energia consumida e faturada e os custos energéticos totais (EDP, 2009).

A análise das faturas elétricas tem como principais objetivos verificar se a opção tarifária da instalação é adequada aos seus consumos e necessidades, analisar a distribuição dos consumos por horas de cheia, vazio e ponta, avaliar se existe faturação de energia reativa bem como avaliar a evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada (Adene, 2004).

A opção tarifária é a modalidade contratual que o cliente escolhe de entre as várias disponíveis para a sua potência contratada. Isto significa que se o fornecimento de energia se efetuar em baixa tensão normal, existem 3 tarifas diferentes disponíveis, a tarifa simples, a tarifa bi-horária e a tarifa tri-horária. No caso do fornecimento de energia se efetuar em média tensão, a tarifa característica é a tetra-horária, ou seja, o tarifário divide-se num ciclo de 4 utilizações, horas de ponta, cheia, vazio normal e super vazio (Adene, 2004).

Os ciclos horários de entrega de energia elétrica previstos no Regulamento Tarifário para clientes finais em Baixa Tensão (BT), Média Tensão (MT), Alta Tensão (AT) e Muito Alta Tensão (MAT), são diferenciados em Ciclo Diário e Ciclo Semanal.

Cada ciclo possui períodos horários que se dividem em horas de ponta, cheia, vazio e super vazio, sendo as horas de ponta as que representam um custo mais elevado.

No ciclo diário, a distribuição dos períodos horários é igual nos 7 dias da semana. Este ciclo é normalmente favorável a entidades que laborem 5 dias por semana. Já no caso de entidades que trabalham no fim-de-semana com carga semelhante aos dias úteis o ciclo semanal deverá ser o mais vantajoso financeiramente.

O ciclo diário (Tabela 2.1) é característico do fornecimento de energia em baixa tensão normal e especial e apresenta as seguintes características (EDP Distribuição, 2011):

Tabela 2.1 – Características do ciclo diário.
Fonte: (ERSE, 2009).

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta:	09.00/10.30 h 18.00/20.30 h	Ponta:	10.30/13.00 h 19.30/21.00 h
Cheias:	08.00/09.00 h 10.30/18.00 h 20.30/22.00 h	Cheias:	08.00/10.30 h 13.00/19.30 h 21.00/22.00 h
Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h	Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

O ciclo semanal apresenta as características da Tabela 2.2. No ciclo semanal com feriados, os feriados existentes são considerados como domingos (EDP Distribuição, 2011).

Tabela 2.2 – Características do ciclo semanal.
Fonte: (ERSE, 2009).

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Para fornecer ou receber energia elétrica em baixa, média ou alta tensão é necessário efetuar uma ligação à rede pública de distribuição elétrica. O fornecimento de energia em regime de muito alta tensão encontra-se fora deste âmbito.

Para tal, deve-se escolher a ligação mais adequada do ponto de vista técnico-económico de entre os 4 tipos de tensão disponíveis (Tabela 2.3):

- Baixa Tensão (BT) – tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV e destina-se a clientes residenciais, lojas, escritórios e pequenas empresas. Inclui a baixa tensão normal e a baixa tensão especial.
 - Baixa Tensão Normal (BTN) – para potências contratadas iguais ou inferiores a 41,4 kVA e uma potência mínima contratada de 1,15 kVA;
 - Baixa Tensão Especial (BTE) – para potências contratadas superiores a 41,4 kVA;
- Média tensão (MT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV;
- Alta Tensão (AT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV;
- Muito Alta Tensão (MAT) - tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 110 kV (EDP Distribuição, 2011).

Tabela 2.3 – Características da Baixa, Média e Alta Tensão.

Fonte: Adaptado de (EDP Distribuição, 2011).

Baixa Tensão		Média Tensão	Alta Tensão
Baixa Tensão Normal	Baixa Tensão Especial		
$T \leq 1\text{kV}$		$1\text{ kV} < T \leq 45\text{ kV}$	$45\text{ kV} < T \leq 110\text{ kV}$
$P \leq 41,4\text{ kVA}$	$P > 41,4\text{ kVA}$	$P \leq 10\text{ MVA}$	$P > 10\text{ MVA}$

A potência contratada é a potência que o distribuidor vinculado coloca, em termos contratuais, à disposição do cliente e representa a potência necessária para que seja possível a máxima utilização de equipamentos de trabalho.

A potência requisitada é a potência para a qual a ligação deve ser construída e a rede deve ter capacidade de alimentar.

A potência instalada é característica dos transformadores ligados ao posto de entrega.

A potência em horas de ponta corresponde ao quociente mensal entre a energia ativa consumida em horas de ponta e o número de horas de ponta no mesmo período (EDP, 2009).

As faturas de gás natural contêm informação sobre o período faturado, a tarifa/escalão da instalação em causa, o consumo atual e anterior (em m^3 e em kWh), o fator de conversão de m^3 para kWh, o termo fixo (valor fixo a pagar por cada dia do mês em que esteve ativo o fornecimento e corresponde à disponibilidade do serviço, definidos pela ERSE), o valor de ISP

(imposto sobre petrolíferos), a taxa de ocupação do subsolo do município e um histórico de consumos mensais (Galp energia, 2010).

2.5.2. Iluminação

Nos edifícios de serviços, regra geral, a iluminação representa entre 30 a 40% do consumo de energia elétrica (EDP, 2013).

A iluminação pode ser natural ou artificial e pode estar disposta sob a forma de iluminação geral (distribuição das luminárias pelo teto da instalação), iluminação localizada (concentração das luminárias em locais de principal interesse e utilidade de forma a abranger todo o plano de trabalho e evitar contrastes) ou iluminação de tarefa (caracteriza-se pela colocação das luminárias perto da tarefa visual e do plano de trabalho iluminando uma área muito pequena) (OSRAM, 2009).

A luminotecnica é a área técnica que estuda a correta aplicação de iluminação artificial em vários espaços. Um estudo luminotécnico tem como principal objetivo caracterizar as principais tecnologias de iluminação nomeadamente tipos, potências e tempos de funcionamento das lâmpadas com vista a perceber os principais consumos associados bem como a intensidade luminosa, permitindo verificar se há deficiência ou excesso de iluminação (OSRAM, 2009).

Assim convém definir alguns conceitos importantes em matéria de iluminação, tais como:

- Casquilho – abertura circular de uma lâmpada metálica;
- Duração média de vida – traduz o número de horas após as quais 50% de um lote considerável de lâmpadas acesas deixa de emitir fluxo luminoso (Philips, 2005);
- Fluxo luminoso (Φ) – representa a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em todas as direções e é avaliado em lúmens (lm) (Adene, 2011);
- Iluminância (E) – quantidade de luz que atinge uma unidade de área de uma superfície por segundo. A unidade de medida é o lux (lm/m^2);
- Índice de Restituição Cromática (IRC) – define a capacidade de uma fonte de luz reproduzir as verdadeiras cores do objeto que ilumina. Quanto mais perto de 100 for este índice melhor é essa capacidade;

- Intensidade luminosa (I) – é a concentração de luz radiada por segundo numa direção específica. A unidade de medida é a candela (cd);
- Rendimento luminoso (η) – traduz o quociente entre o fluxo luminoso emitido e a potência consumida pela lâmpada para obter esse fluxo. A unidade de medida é o lúmen por Watt (lm/W);
- Temperatura da cor – define a aparência da cor da luz emitida pelas lâmpadas (amarela ou branca) e é medida em Kelvin (K) (Adene, 2011);
- Vida útil – definida como o tempo em horas, no qual cerca de 25% do fluxo luminoso das lâmpadas testadas foi diminuindo (Philips, 2005).

Dentro da iluminação artificial incluem-se vários tipos de tecnologias.

As lâmpadas incandescentes (Figura 2.2) apresentam um princípio de funcionamento que consiste na passagem de corrente elétrica por um filamento de tungsténio que, com o aquecimento, gera luz (Philips, 2005). Estas lâmpadas apresentam elevada luminosidade e durabilidade no entanto o rendimento é baixo (cerca de 10 -20 lm/W), uma vez que apenas 10% é convertido em energia elétrica sendo os restantes 90% convertidos em calor (Almeida, *et al.*, 2007). Como tal, em 2012 a União Europeia proibiu a comercialização destas lâmpadas promovendo a sua substituição por lâmpadas fluorescentes compactas (International Energy Agency, 2010).



Figura 2.2 – Lâmpada incandescente.
Fonte: (OSRAM, 2014).

As lâmpadas de halogéneo (Figura 2.3) apresentam o mesmo princípio de funcionamento das lâmpadas incandescentes com a diferença que contém gases halógenos dentro do bolbo que se irão combinar com as partículas de tungsténio desprendidas do filamento. Esta combinação, associada à corrente térmica da lâmpada, faz com que as partículas se depositem de volta no filamento, criando assim o ciclo regenerativo do halogéneo (Philips, 2005).

Este tipo de lâmpadas apresenta uma boa reprodução de cores, tem uma menor dimensão e consumo que as lâmpadas incandescentes e o seu rendimento luminoso está compreendido entre 11 e 17 lm/W (Rodrigues, 2012) e (Almeida, *et al.*, 2007).



Figura 2.3 – Lâmpada de halogéneo.
Fonte: (OSRAM, 2014).

Nas lâmpadas fluorescentes, a luz é produzida através do pó fluorescente ativado pela energia ultravioleta da descarga (Philips, 2005). Apresentam elevada eficiência e durabilidade e emitem luz pela passagem de corrente elétrica através de um gás e são ideais para locais que necessitam de elevados períodos de iluminação. São indicadas em diversas áreas comerciais e industriais, para iluminação geral dos espaços de trabalho fechados, como escritórios, salas de reunião e pequenos armazéns. Dividem-se em 2 tipos, as lâmpadas fluorescentes compactas e as lâmpadas fluorescentes tubulares (Philips, 2005).

As lâmpadas fluorescentes tubulares dividem-se em 4 tipos e a principal diferença entre estas, baseia-se no diâmetro e casquilhos (Figura 2.4):

- T5 – apresentam um diâmetro de 16 milímetros e casquilhos G5. Caracterizam-se por apresentarem um tubo mais fino e menor consumo energético comparativamente às lâmpadas T8. Quando usadas para substituírem as lâmpadas T8, precisam de adaptadores por terem menor diâmetro e tamanho;
- T8 – apresentam um diâmetro de 26 mm e casquilhos G13;
- T10 – têm um diâmetro característico de 33,5 mm;
- T12 – caracterizam-se pelo diâmetro de 38 mm (Philips, 2005).



Figura 2.4 - Lâmpadas fluorescentes tubulares T5, T8, T10 e T12.
Fontes: (Philips e OSRAM, 2014).

Ao longo dos anos, as lâmpadas fluorescentes tubulares têm sido diferenciadas umas das outras pela redução no diâmetro. Quanto menor o diâmetro, maior é a possibilidade de desenvolvimento ótico dos refletores, permitindo uma melhor eficiência das luminárias (Figura 2.5) (Philips, 2005).

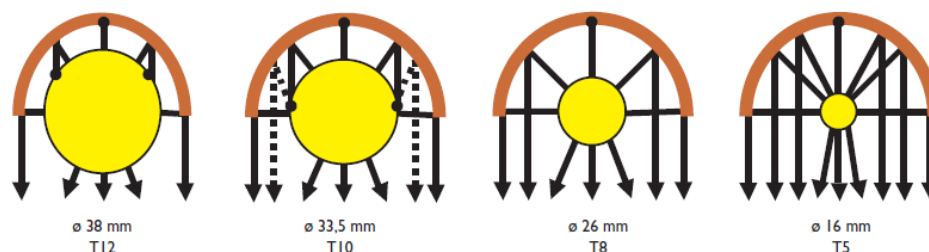


Figura 2.5 – Características das lâmpadas T5, T8, T10 e T12.

Fonte: (Philips, 2005).

As lâmpadas fluorescentes compactas possuem um casquilho integrado para que possam substituir as lâmpadas incandescentes sem mudanças na instalação elétrica (Figura 2.6) (Philips, 2005). Apresentam o mesmo princípio de funcionamento das lâmpadas fluorescentes tubulares e apenas diferem nas dimensões e formato das lâmpadas. Estas lâmpadas têm elevada durabilidade e eficiência (entre 35 a 70 lm/W) (Rodrigues, 2012) e (Almeida, *et al.*, 2007).



Figura 2.6 - Lâmpadas fluorescentes compactas.

Fonte: (Commiteeon natural resources, 2011).

Nas lâmpadas de descarga, o fluxo luminoso é gerado pela passagem da corrente elétrica através de um gás ou vapor consoante o tipo de lâmpada. Devido ao seu elevado rendimento, são utilizadas na iluminação de espaços amplos, como grandes armazéns e na iluminação exterior e incluem 3 tipos de lâmpadas:

- Iodetos metálicos - a lâmpada de iodetos metálicos (Figura 2.7) é semelhante à lâmpada de vapor de mercúrio, no entanto devido à presença de iodetos metálicos, apresenta maior desempenho que a anterior. As lâmpadas de iodetos metálicos estão disponíveis

em vários formatos e apresentam um elevado número de aplicações como alguns tipos de lojas, estádios de futebol, monumentos e indústrias. Este tipo de lâmpadas apresenta uma elevada gama de potências, elevada eficiência luminosa (45 - 120 lm/W) e índice de restituição cromática. No entanto, a aparência da cor é afetada pela idade e têm uma menor vida útil (Rodrigues, 2012) e (Almeida, *et al.*, 2007).



Figura 2.7 – Lâmpadas de iodetos metálicos.
Fonte: (DecorWatts , 2013).

- Vapor de mercúrio a alta pressão (VMAP) (Figura 2.8) - nas lâmpadas de vapor de mercúrio, a luz é produzida pela combinação de excitação e fluorescência. A descarga de mercúrio no tubo de arco produz uma energia visível na região do azul e do ultravioleta. O fósforo, que reveste o bolbo, converte o ultravioleta em luz visível na região do vermelho. Este tipo de lâmpadas apresenta baixa eficiência luminosa (40 – 60 lm/W) e baixo índice de restituição cromático. São normalmente utilizadas em iluminação exterior e em locais de pé direito elevado (Rodrigues, 2012) e (Almeida, *et al.*, 2007).



Figura 2.8 – Lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão.
Fonte: (OSRAM, 2014).

- Vapor de sódio a alta pressão (VSAP) (Figura 2.9) - é a mais eficiente do grupo de lâmpadas de alta intensidade de descarga. A luz é produzida pela excitação de átomos de sódio aliados a um complexo processo de absorção e irradiação em diferentes comprimentos de onda. É a fonte de luz artificial que apresenta maior rendimento e eficiência luminosa (80 - 150 lm/W), no entanto o seu espectro de cores resume-se à cor amarela (Rodrigues, 2012) e (Almeida, *et al.*, 2007).



Figura 2.9 – Lâmpada de vapor de sódio a alta pressão.
Fonte: (DecorWatts, 2013).

A tecnologia led (Figura 2.10) constitui atualmente uma solução vantajosa em locais de laboração contínua e intensiva, uma vez que apresentam baixo consumo e a maior parte da energia é convertida em luz evitando o desperdício através da produção de calor. Além disso apresentam uma elevada durabilidade, no entanto os elevados investimentos iniciais associados à troca são, muitas vezes, uma barreira à possível substituição e a solução led ainda não é competitiva com todas as tecnologias de iluminação convencionais (Ledability, 2014).



Figura 2.10 – Lâmpadas led.
Fontes: (Greenled, 2014) e (LightWave, 2013).

De uma forma resumida, as lâmpadas anteriormente descritas, apresentam as características descritas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Características das lâmpadas.
 Fonte: Adaptado de (Almeida, *et al.*, 2007).

	Potência (W)	Temperatura da cor (k)	Rendimento (lm/W)	Duração média de vida (h)
Incandescente	15-1000	2700	10-20	1000
Halogéneo	10-3000	3000	11-17	2000
F. Tubular T 12	20-140	3000-4000	45-100	8000
F. Tubular T8	10-58	2700-6500	77-100	8000
F. Tubular T5	13-80	3000-6000	80-100	8000
F. Compacta	3-55	2700-4000	35-70	6000-15000
Vapor de mercúrio	50-1000	3000-4000	40-60	> 24000
Iodetos Metálicos	35-3500	2900-6000	45-120	8000-20000
Vapor de Sódio	50-1000	2000-2200	80-150	12000-24000

É de salientar que as lâmpadas, por si só não são eficazes e como tal, precisam de outros equipamentos para auxiliar no seu funcionamento, como as luminárias e os balastros.

As luminárias (Figura 2.11) são equipamentos que permitem filtrar, repartir e transformar a luz das lâmpadas, compreendendo todos os acessórios necessários para as fixar, proteger e unir ao circuito de alimentação elétrica (Philips, 2005).



Figura 2.11 – Luminária.
 Fonte: (DDF, 2013).

Um balastro é um dispositivo que limita a corrente para valores apropriados, para que esta possa atravessar a lâmpada e produzir o efeito desejado. Eleva a tensão de forma a estabelecer uma diferença de potencial suficientemente elevada entre os elétrodos para dar origem ao aparecimento de um arco elétrico que provocará a descarga na lâmpada.

Existem dois tipos de balastros, os ferromagnéticos e os eletrónicos.

Os balastros ferromagnéticos dissipam calor e contribuem para o aparecimento de energia reativa numa instalação e por conseguinte diminuem o fator de potência da instalação e provocam diversos efeitos indesejáveis.

Por estas razões houve a necessidade de desenvolver balastros mais eficientes e com menos inconvenientes, os balastros eletrónicos.

Os balastros eletrónicos, por serem mais eficientes, conduzem a menores perdas na iluminação, não provocam cansaço visual nem ruído e dissipam menos calor, logo consomem menos energia. Estes fatores conduzem a um aumento da vida útil das lâmpadas que estiverem ligadas a este tipo de balastro (Adene, 2004).

2.5.3. Energia reativa

A energia reativa não produz trabalho mas é necessária para a criação de um fluxo magnético indispensável ao funcionamento de motores, transformadores e balastros ferromagnéticos das lâmpadas. Este tipo de energia é característica dos equipamentos anteriormente descritos (motores, transformadores, entre outros), uma vez que pelo seu princípio de funcionamento necessitam de campos magnéticos para operarem.

A existência deste tipo de energia, numa instalação, conduz a perdas nos transformadores e nas redes de transporte e distribuição de energia. Devido às perturbações que este tipo de energia poderá causar à rede de distribuição está prevista pela legislação a sua faturação por parte do fornecedor de energia.

A energia reativa faturada é calculada através da tangente (\tan) de ϕ , a qual traduz a razão entre a energia reativa e a energia ativa num determinado período de tempo. Um baixo valor da $\tan \phi$ significa um elevado fator de potência e como tal baixo consumo de energia reativa. O fator de potência traduz o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos (EDP Distribuição, 2011).

A Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) veio, por intermédio do Despacho 7253/2010, de 26 de abril, definir novas regras, em geral mais restritivas e penalizadoras, ao regime de faturação de energia reativa indutiva consumida no período fora do vazio.

Este Despacho tem como objetivo implementar comportamentos energeticamente sustentáveis nos clientes no que toca à compensação de energia reativa. O objetivo é contribuir para a utilização mais eficiente das redes elétricas, em linha com os objetivos indicados no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) em matéria de redução das perdas nas redes de transporte e distribuição.

Nos clientes de baixa tensão normal, com potências contratadas até 41,4 kVA, a energia reativa não é medida e, como tal, não é objeto de faturação. Para clientes de baixa tensão especial, muito alta tensão, alta tensão e média tensão, a energia reativa é objeto de medição. Assim, a energia

reativa apenas pode ser consumida sem custos entre as 8 e as 22 horas desde que a energia reativa não seja superior a 30% da energia ativa consumida no mesmo período de tempo. Se for injetada energia reativa na rede entre as 8 e as 22 horas, a energia reativa será alvo de faturação (Despacho 7253/2010, de 26 de abril).

No geral estas novas regras poderão ser classificadas em dois grandes grupos:

- Introdução de fatores multiplicativos ao preço de referência, por escalões, em função da relação entre a energia ativa e reativa indutiva consumida nas horas fora de vazio:
 - Escalão 3 – $\tan \phi$ superior ou igual a 0,5 - fator multiplicativo 3 - (a partir de 01 de janeiro de 2011);
 - Escalão 2 – $\tan \phi$ compreendido entre 0,4 e 0,5 – fator multiplicativo 1,0 - (a partir de 01 de janeiro de 2011);
 - Escalão 1 – $\tan \phi$ compreendido entre 0,3 e 0,4 – fator multiplicativo 0,33 - (a partir de 01 de janeiro de 2012);
- Introdução de um período de integração horário em alternativa ao anterior período mensal de integração (a partir de 01 de janeiro de 2012) (Despacho 7253/2010, de 26 de abril).

A energia reativa pode ser produzida no local onde é consumida sem que tenha de ser fornecida à rede elétrica, através de baterias de condensadores. A utilização de equipamentos adequados à compensação de energia reativa nas instalações elétricas pode evitar possíveis impactes na faturação dos clientes.

As baterias de condensadores são equipamentos que fornecem a energia reativa que os equipamentos necessitam para funcionar, reduzindo assim, a energia reativa fornecida à rede elétrica e por conseguinte há uma melhoria do fator de potência da instalação.

A relação entre a potência ativa e reativa pode representar-se por um triângulo retângulo (Figura 2.12) (Adene, 2004):

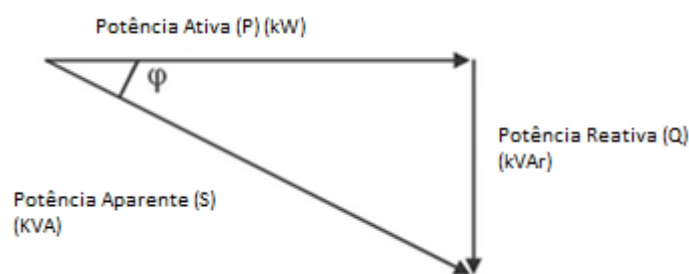


Figura 2.12 – Relação entre a potência aparente, reativa e ativa.

Fonte: (Celesc Distribuição S.A., 2014).

A potência ativa (P) é responsável pelo trabalho realizado pela energia elétrica dentro da instalação. A potência reativa (Q) é usada para a produção de campos magnéticos essenciais ao funcionamento de motores e transformadores. A potência aparente (S) é a soma vetorial das potências ativa e reativa e representa a carga que efetivamente é apresentada a todo o sistema de produção e transporte de energia elétrica.

Do triângulo (Figura 14) concluiu-se que mantendo constante o valor da potência ativa (P), quanto menor for a potência reativa (Q), menor será a potência aparente (S).

A situação ideal corresponde à potência aparente igual à potência ativa, isto é a potência reativa igual a zero. Anular a potência reativa (Q) não é possível, no entanto pode criar-se artificialmente uma potência reativa através da introdução de condensadores (Adene, 2004).

O princípio de funcionamento das baterias de condensadores segue o princípio que parte da potência reativa necessária ao funcionamento da carga, deixa de ser fornecida pelo distribuidor, para passar a ser fornecida por baterias de condensadores instaladas junto à referida carga e que são propriedade do edifício onde esta foi instalada (Figura 2.13) (Adene, 2004).

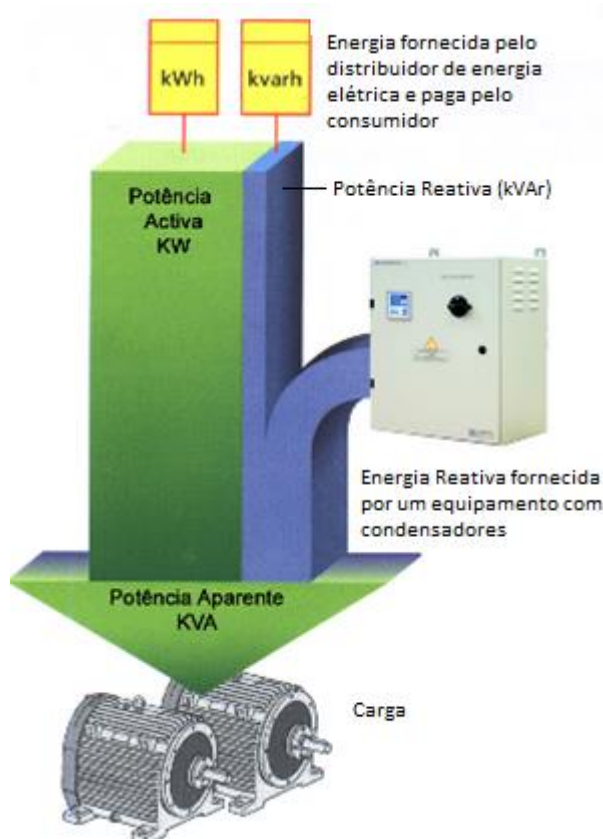


Figura 2.13 – Princípio de funcionamento de uma bateria de condensadores.
Fonte: (Norcontrol, 2014).

O cálculo da capacidade das baterias deve ter em consideração a sua capacidade, uma vez que um dimensionamento incorreto poderá significar que continuará a haver a cobrança de valores relativos a essa parcela. As baterias devem estar desligadas sempre que a instalação não esteja a funcionar, ou seja durante a noite, fins de semana e feriados.

Para calcular a potência de compensação da bateria de condensadores, deve ser considerada a seguinte metodologia.

A energia reativa consumida é dada pela Equação 1.1, a qual deriva da Equação 1, de acordo com o Despacho 7253/2010, de 26 de abril. Na equação, ER_c refere-se à energia reativa consumida, ER_f 3º escalão, refere-se à energia reativa fornecida no 3º escalão, EP traduz o consumo de energia ativa em ponta e EC , o consumo de energia ativa em cheia.

$$(Eq. 1) \quad ER_f \text{ 3º escalão} = ER_c - 0,5 * (EP + EC)$$

ou seja,

$$(Eq. 1.1) \quad ER_c = ER_f \text{ 3º escalão} + 0,5 * (EP + EC)$$

A potência reativa de uma dada instalação é dada pela Equação 3, PC representa a potência contratada da instalação em estudo e $\tan \phi_1$ é dada pela Equação 2. Nessa equação, ER_c representa a energia reativa, EC é a energia consumida em horas de cheia e EP é a energia consumida em horas de ponta.

$$(Eq. 2) \quad \tan \phi_1 = \frac{ER_c}{EC + EP}$$

$$(Eq. 3) \quad Q_1 = PC * \tan \phi_1$$

Para diminuir a energia reativa da instalação deve ser calculada uma nova potência reativa (Q_2) e assim melhorar o fator de potência. Este cálculo deverá ter por base a Equação 4, onde, $\phi_2 = 17^\circ$, dado que a energia reativa superior a 30% é alvo de faturação.

$$(Eq. 4) \quad Q_2 = PC * \tan \phi_2$$

A diferença entre os dois valores ($Q_1 - Q_2$) será exatamente igual à potência que a bateria de condensadores terá que fornecer ao sistema (Q_c) e é dada pela Equação 5 (Adene, 2004). A figura

2.14 representa de forma esquemática o cálculo da potência de compensação (Q_c). A potência reativa da instalação (Q_1), será reduzida para Q_2 segundo a equação 5.

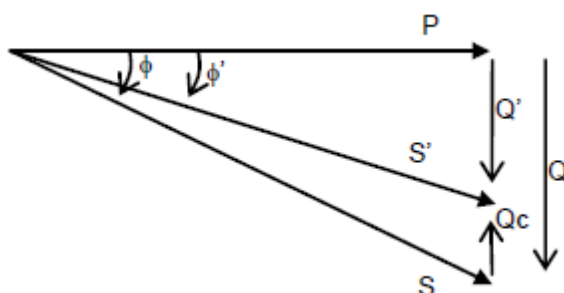


Figura 2.14 – Esquema exemplificativo da cálculo da potência de compensação.

Fonte: (Almeida, *et al.*, 2007)

$$(Eq. 5) \quad Q_c = Q_1 - Q_2$$

2.5.4. Sistemas de produção de energia

A energia solar fotovoltaica é um tipo de energia obtida através da conversão direta da luz solar em eletricidade (efeito fotovoltaico).

O Sol é a principal fonte mundial de energia primária utilizada para a produção de calor e eletricidade. Este recurso renovável está facilmente disponível e é gratuito, sendo que, em Portugal, o número médio de horas de sol é aproximadamente 2300 horas por ano, não se verificando uma diferença significativa entre o número de horas de sol no Norte e no Sul do País (Figura 2.15) (Oliveira & Pereira, 2011).

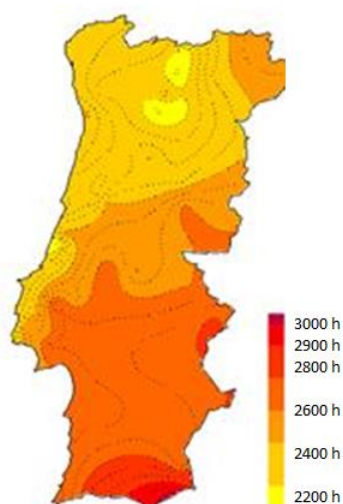


Figura 2.15 – Insolação anual em Portugal.
Fonte: (Frimague, 2014).

A energia do Sol que chega diariamente à superfície da Terra pode ser aproveitada de 2 formas distintas: Passiva (Térmica de edifícios) e Ativa (Térmica para o aquecimento de água e Fotovoltaica para a produção de energia elétrica).

Comparando o número de horas de Sol em Portugal (Figura 2.16) com as dos restantes países europeus, verifica-se que Portugal é um dos países com maior número anual de horas de sol, representando um país com grande potencial na implementação de tecnologia solar (Oliveira & Pereira, 2011).



Figura 2.16 – Radiação solar na Europa.
Fonte: (Frimague, 2014).

Uma instalação solar fotovoltaica (Figura 2.17) é constituída por vários equipamentos, a saber:

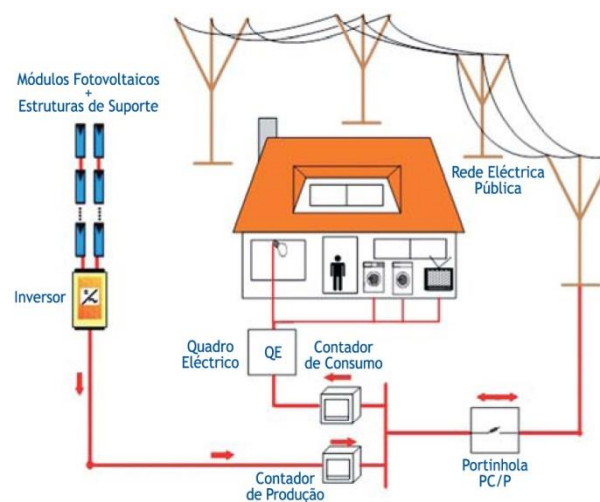


Figura 2.17 – Instalação solar fotovoltaica.
Fonte: (Efacec, 2013).

- Módulos fotovoltaicos – são responsáveis pela captação de energia solar e geração de energia elétrica. Os módulos são compostos por células solares semicondutoras por

exemplo, de silício, que convertem diretamente a radiação solar em energia elétrica e de entre os quais se distinguem 3 tipos:

- Células de Silício Monocristalino (Figura 2.18) – estas células obtêm-se a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino produzidas em fornos especiais. As células são obtidas por corte das barras em forma de pastilhas finas (0,4 – 0,5 mm de espessura) e a eficiência de conversão da luz solar em eletricidade está na ordem dos 15 a 18% (Oliveira & Pereira, 2011);



Figura 2.18 – Painel solar fotovoltaico monocristalino.
Fonte: (Paineis Fotovoltaicos.com, 2011).

- Células de Silício Policristalino (Figura 2.19) – são produzidas a partir de blocos de silício obtidos por fusão de silício puro em moldes especiais. Uma vez nos moldes, o silício arrefece lentamente e solidifica-se. Neste processo, os átomos não se organizam num único cristal. Forma-se uma estrutura policristalina com superfícies de separação entre os cristais daí o rendimento de conversão estar compreendido entre 13 e 15% (Oliveira & Pereira, 2011);



Figura 2.19 – Painel solar fotovoltaico de silício policristalino.
Fonte: (Painéis Fotovoltaicos.com, 2011).

- Células de Silício Amorfo (Figura 2.20) – são obtidas por meio da deposição de camadas muito finas de silício ou outros materiais semicondutores sobre

superfícies de vidro ou metal. São o tipo de células que apresentam menor eficiência de conversão, entre os 5 e 7% (Oliveira & Pereira, 2011).



Figura 2.20 – Pannel solar fotovoltaico de silício amorfo.
Fonte: (Portal Solar, 2012).

- Inversor – equipamento responsável pela conexão à rede elétrica, pela injeção da energia produzida na rede elétrica e pela conversão da energia de corrente contínua em corrente alternada;
- Contador – quantifica a energia elétrica produzida pelo sistema;
- Estruturas de suporte – os módulos fotovoltaicos das estruturas podem ser colocados diretamente sobre o telhado ou sobre um sistema de suporte cuja estrutura é feita de metal e fixada ao telhado. As estruturas apresentam como vantagem o facto de se poder escolher a direção e inclinação da implementação dos painéis, sendo aconselhável para telhados planos;
- Portinhola – inclui as ligações que permitem a interligação dos cabos entre o produtor e o consumidor;
- Elementos de proteção – protegem a instalação e os equipamentos de eventuais problemas que possam ocorrer, nomeadamente descargas elétricas, sobrecargas e curtos-circuitos (Oliveira & Pereira, 2011).

De entre os sistemas de produção de energia fotovoltaica destacam-se a Microprodução e a Miniprodução, cuja principal diferença está relacionada com a potência que pode ser produzida pelo sistema.

A Microprodução é específica apenas para consumidores de energia elétrica em baixa tensão e consiste na produção descentralizada e em pequena escala de eletricidade, ou seja com potência de ligação até 5,75 kW.

A Miniprodução é destinada a potências de produção mais elevadas do que no caso anterior e a potência máxima atribuível para ligação à rede é de 250 kW. Devido ao facto de a Miniprodução ter mais interesse neste trabalho, apenas será aprofundado esse tipo de produção de energia (Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de outubro).

Uma unidade de Miniprodução, para produção e venda de energia à rede, está atualmente regulada por regime jurídico específico, veiculado pelo Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de outubro que revogou os anteriores diplomas, nomeadamente o Decreto-lei nº 25/2013 de 19 de fevereiro. Este, por sua vez, já tinha sido alterado pelo Decreto-lei nº 34/2011 de 8 de março.

Este decreto-lei define as condições de acesso à miniprodução de energia através de fontes renováveis e são definidos três escalões de produção:

- Escalão I: unidades fotovoltaicas com potência até 20kW;
- Escalão II: unidades fotovoltaicas com potência superior a 20kW e inferior a 100 kW;
- Escalão III: unidades fotovoltaicas com potência superior a 100kW até ao limite máximo de 250 kW.

O produtor cuja unidade de Miniprodução se insira no escalão I é remunerado com base na tarifa de referência que vigorar à data de emissão do certificado de exploração. Nos outros escalões, o produtor é remunerado com base na tarifa mais alta que resultar das maiores ofertas de desconto à tarifa de referência apuradas nos respetivos escalões.

O Miniprodutor terá, obrigatoriamente, de preencher os seguintes requisitos:

- Efetuar o registo na plataforma eletrónica Sistema de Registo da Miniprodução (SRMini) da Direção Geral de Energia e Geologia;
- Dispor de uma instalação de energia elétrica e ser titular de contrato de compra e venda de eletricidade em execução;
- A unidade de miniprodução deverá ser instalada no local servido pela da instalação elétrica de utilização;
- A potência de ligação da unidade de produção não poderá ser superior a 50% da potência contratada;
- A energia consumida na instalação de utilização terá de ser igual ou superior a 50% da energia produzida pela unidade de miniprodução.

O produtor pode ter acesso a dois regimes remuneratórios da eletricidade produzida, o regime geral e o regime bonificado. No regime geral, a eletricidade produzida é remunerada segundo as condições de mercado. A tarifa aplicável vigora durante um período de 15 anos, e em 2014 está fixada em 106 €/MWh, sendo o valor dessa tarifa reduzido anualmente em 7%.

O acesso ao regime bonificado está direcionado para instalações com potências superiores a 20 kW e depende de vários mecanismos concorrenciais (Decreto-Lei nº 153/2014 de 20 de outubro).

Os valores das taxas aplicáveis a cobrar previstas são os seguintes:

- Pedido de registo da unidade de miniprodução no escalão I - 500€;
- Pedido de registo da unidade de miniprodução no escalão II - 1000€;
- Pedido de registo da unidade de miniprodução no escalão III - 2000€;
- Pedido de reinspeção da unidade de miniprodução - 350€;
- Pedido de averbamento de alterações ao registo da miniprodução, com emissão de novo certificado de exploração - 350€;
- Pedido de averbamento de alterações ao registo da miniprodução, sem emissão de novo certificado de exploração - 150€.

O pagamento das taxas referidas é efetuado aquando da inscrição para registo da unidade de produção, no prazo de cinco dias contados da data da notificação do SRMini. Aos valores revistos acresce IVA (Imposto de Valor Acrescentado) à taxa legal em vigor (Portaria nº 178/2011 de 29 de abril).

Para além dos sistemas de produção de energia fotovoltaicos, existem outras fontes de produção de energia renovável, como a eólica, a energia das ondas, biomassa, entre outras. No entanto, como não apresentam relevância neste contexto, apenas são mencionadas e não aprofundadas.

2.5.5. Sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia

Os sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia são atualmente uma ferramenta essencial em qualquer edifício. Estes sistemas eletrónicos e informáticos possibilitam a gestão de equipamentos e sistemas técnicos, uma vez que permitem controlar a iluminação e o funcionamento de vários sistemas como os equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) e definir condições de funcionamento. Permitem monitorizar sistemas e consumos através da leitura e registo em tempo real dos consumos de energia ao longo do dia e

otimizar o uso de energia. As leituras efetuadas permitem controlar os consumos e identificar possíveis anomalias. Essas medições permitem implementar estratégias de otimização energética e servem de apoio às auditorias energéticas efetuadas (ENP, 2013).

Os sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia são normalmente designados por sistemas SCADA (Supervision Control And Data Acquisition System) e utilizam tecnologias de computação e comunicação de forma a automatizar a monitorização de vários parâmetros e processos. Estes sistemas permitem recolher dados de várias instalações distribuídas geograficamente e apresentar esses mesmos dados ao gestor de energia através do recurso a interfaces homem-máquina (IHM).

A instalação de sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia requer a instalação de circuitos de aquisição de dados e atuadores, plataformas de comunicação e uma central que permita receber, processar e mostrar os dados recolhidos. Estas características permitem que os operadores possam atuar remotamente sobre o processo a partir do centro de controlo. Estes sistemas permitem também verificar o estado de funcionamento do processo pelo que, qualquer situação anómala no processo, leva ao acionamento de alarmes que avisam os operadores do sucedido.

De uma forma resumida, estes sistemas permitem a aquisição de dados a partir de equipamentos instalados nas unidades remotas, através da medição e indicação de valores das variáveis pretendidas. Permite ainda monitorizar as variáveis e armazená-las numa base de dados e controlar individualmente cada equipamento a partir de um centro de controlo.

A instalação destes sistemas permite melhorar a eficiência do processo de monitorização e controlo, disponibilizando em tempo real o estado atual do sistema, através de um conjunto de previsões, gráficos e relatórios (Quintas, 2004).

Um sistema SCADA é composto por Interfaces Homem-Máquina, equipamentos de campo (sensores e atuadores) e sistemas de comunicações (Figura 2.21).

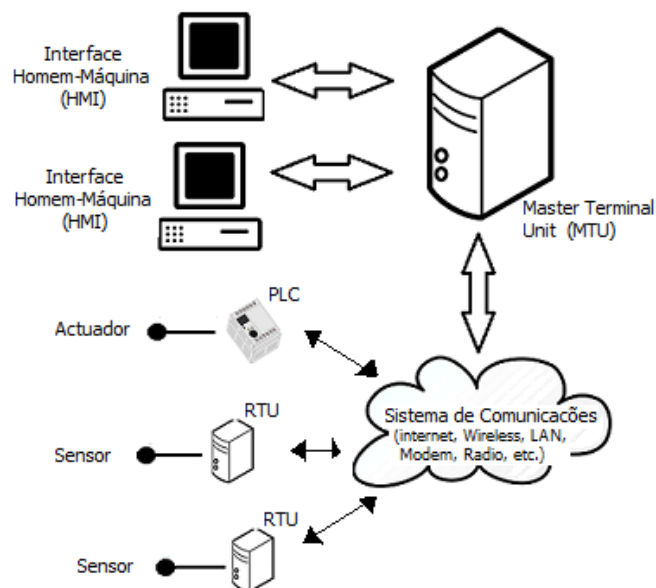


Figura 2.21 – Estrutura do sistema SCADA.

Fonte: (Barbosa, 2011).

A interface homem-máquina é responsável pela interação entre o sistema SCADA e o exterior, ou seja, ela permite que o operador, para além de poder visualizar o estado do sistema, também possa manipular as variáveis, permitindo a existência de um controlo supervisionado (Barbosa, 2011).

As unidades remotas (RTU - *Remote Terminal Unit*) permitem executar o controlo e a supervisão de um sistema distante do centro de controlo. Estas unidades são responsáveis pela interação com os sensores e atuadores do sistema SCADA.

A unidade central (MTU - *Master Terminal Unit*) é responsável pela interação entre as unidades remotas e a interface homem-máquina. Esta unidade recebe os dados provenientes das unidades remotas e converte-os para o contexto do sistema, de modo a poderem ser usadas pela interface homem-máquina. Permite ainda armazenar dados numa base de dados e assim a informação recolhida ao longo do tempo pode ser armazenada e posteriormente consultada pelo operador.

Para que um sistema automatizado possa funcionar corretamente, é fundamental garantir a ligação entre o sistema e o meio em que se encontra inserido. Estas informações são transmitidas ao sistema através de sinais elétricos (Barbosa, 2011).

O protocolo de comunicações engloba todas as regras e convenções que os equipamentos devem seguir para conseguirem proceder às trocas de comunicações.

Um servidor de dados pode comunicar através de vários protocolos de comunicações de forma simultânea mas está limitado pela sua capacidade física de suportar as várias interfaces de hardware exigidas pelo protocolo. Estas permitem a troca de dados bidirecional entre as unidades centrais (MTUs) e as unidades remotas (RTUs) mediante um protocolo de comunicações e um sistema de transporte de informação que mantenha a ligação entre os diferentes elementos da rede (Barbosa, 2011).

As redes de campo são redes locais de comunicação, utilizadas para interligar entre si equipamentos industriais. Uma vez que nas redes de campo transitam sinais de controlo, os dados têm de estar disponíveis em tempo real. Consideram-se instrumentos de campo todos os instrumentos de medida ou sensores, os atuadores e os posicionadores, correntemente acoplados aos controladores lógicos programáveis (CLP) de uma instalação.

Existem vários tipos de redes de campo, cada uma delas com as suas características próprias e para aplicações concretas, como por exemplo *FieldBus*, *Profibus*, *Modbus*, entre outras.

A principal característica destas redes é a sua interoperabilidade, ou seja, a possibilidade de os instrumentos de um fabricante poderem ser substituídos por outro fabricante, com conservação de todas as características funcionais (Silva, 2004).

Existem vários softwares computacionais que permitem efetuar a supervisão, monitorização e controlo, dos quais se destacam o WinCC, o Movicon e o Rslinx (Figuras 2.22, 2.23 e 2.24, respetivamente).

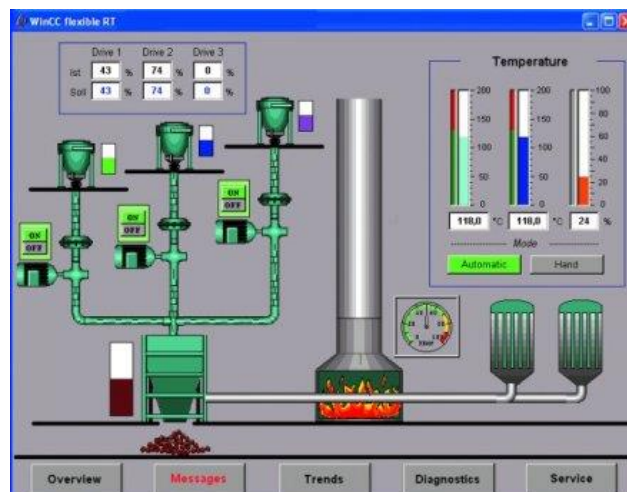


Figura 2.22 – WinnCC.
Fonte: (OSS Company, 2013).

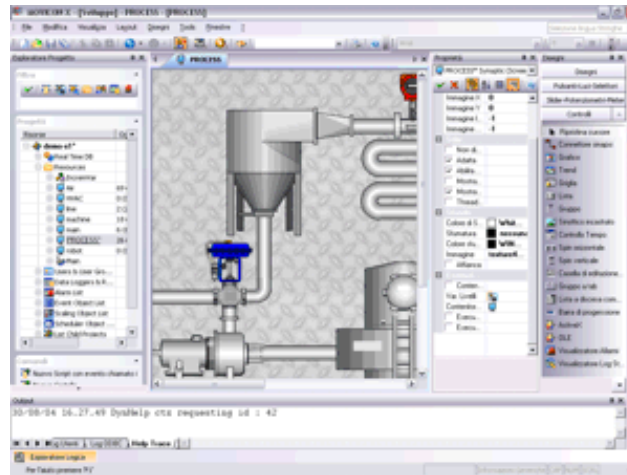


Figura 2.23 – Movicom.

Fonte: (Direct Industry, 2013).

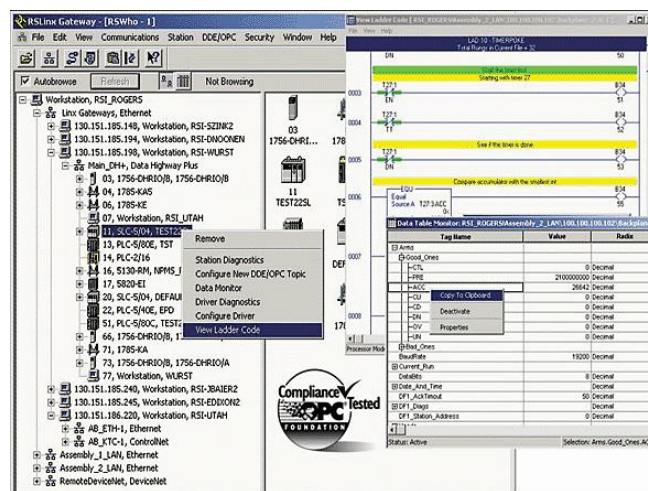


Figura 2.24 – Rslinx.

Fonte: (Winners Automation, 2013).

Capítulo 3 – Caracterização da empresa em estudo

Neste capítulo é descrito o Grupo Salvador Caetano, a empresa ENP – Energias Renováveis de Portugal e os Planos Energéticos em vigor, os quais são essenciais à execução deste trabalho.

3.1. O Grupo Salvador Caetano

O Grupo Salvador Caetano iniciou a sua atividade em Vila Nova de Gaia em 1946. Inicialmente era apenas uma pequena empresa de reparação de autocarros que veio a expandir-se sendo atualmente constituído por várias áreas de atividade, nomeadamente indústria, manufatura, montagem, retalho e reparação automóvel, energias renováveis, hotelaria, náutica, tecnologias de informação entre outros, sendo as áreas da manufatura, montagem, retalho e reparação automóvel as que apresentam maiores consumos energéticos. Em Portugal tem cerca de 120 instalações distribuídas ao longo do país e conta com 6500 colaboradores. Dessas 120 instalações, 90% representam as áreas de comércio e retalho automóvel e as restantes 10% são indústrias consumidoras intensivas de energia como a Toyota e a Caetano BUS.

O Grupo divide-se em várias áreas, nomeadamente:

- **Toyota Caetano Portugal S.A.** – agrega o negócio industrial e a representação automóvel da Toyota;
- **Salvador Caetano Auto (SGPS), S.A.** – agrega o negócio de retalho automóvel multimarca para o mercado ibérico;
- **Salvador Caetano. Com (SGPS), S.A.** – constitui o negócio na área das tecnologias de informação, através da aquisição de participações sociais estratégicas que permitam o fornecimento de soluções verticais a diferentes setores de atividade, tais como o setor automóvel, comunicações, internet, publicidade e energias renováveis.

Do Grupo fazem ainda parte outras instalações industriais tais como:

- **Caetano BUS S.A.** – responsável pela produção de autocarros para todo o mundo;
- **Caetano Componentes S.A.** – responsável pela produção de componentes para a indústria automóvel e componentes metálicos para outras indústrias (Grupo Salvador Caetano, 2013).

3.2. Energias Renováveis de Portugal

O Grupo Salvador Caetano caracteriza-se essencialmente pela aposta na produção e comércio automóvel. No entanto, é também definido como um Grupo atento às oportunidades de negócio que vão surgindo.

A ENP – Energias Renováveis de Portugal, S.A. faz parte do universo de empresas do Grupo Salvador Caetano desde 2007 e desenvolve a sua atividade no domínio da gestão energética e ambiental de onde se destacam várias áreas como a implementação e manutenção de sistemas solares de produção de energia (fotovoltaico e térmico), sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia, manutenção de sistemas técnicos de climatização e de sistemas elétricos. É ainda responsável pela elaboração de estudos luminotécnicos, aplicação de reguladores de tensão, satisfação de requisitos de natureza legal e administrativa, projeto de instalações de utilização de energia elétrica, responsabilidade técnica de exploração de instalações elétricas, certificação energética, análise da qualidade do ar interior e aplicação do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) (ENP, 2013).

Desde a sua criação, a ENP tem vindo a elaborar alguns planos na área de energia, com o intuito de que estes sejam aplicados nas várias instalações do Grupo Salvador Caetano para promover a utilização e a gestão racional de energia. Os documentos elaborados são o Sistema de Gestão de Energia, o Plano Energético e o Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético e vão passar a ser descritos.

3.3. Sistema de Gestão de Energia

O Sistema de Gestão de Energia (SGE) do Grupo Salvador Caetano foi elaborado em dezembro de 2011 pela ENP com vista à sua aplicação em todas as empresas constituintes do Grupo.

Este sistema especifica os principais requisitos e linhas orientadoras para a diminuição dos consumos energéticos, eliminação do desperdício de energia e aumento da competitividade económica.

O SGE assenta essencialmente em 4 modelos – modelo da sustentabilidade económica, modelo organizacional, modelo operacional e modelo de avaliação de desempenho.

O modelo de sustentabilidade económica está relacionado com a gestão e controlo dos recursos financeiros bem como a identificação dos custos associados às medidas a implementar. As medidas de racionalização energética são implementadas através de uma lógica de ordem de mérito por tempo de retorno. É dada prioridade às oportunidades de racionalização de consumos a custo zero bem como a medidas cuja implementação se pague por si mesma, como a implementação de painéis solares fotovoltaicos.

No modelo organizacional é definida a política energética do Grupo, a qual é partilhada com a administração e todos os colaboradores. É garantida a total disponibilidade dos recursos essenciais ao funcionamento e melhoria do SGE e é definido um Gestor de Energia para todo o Grupo e vários gestores de energia locais, responsáveis por cada instalação. O gestor de energia do Grupo é responsável por garantir a implementação do plano energético, avaliar o desempenho deste, garantir o envolvimento de todos na execução e avaliar o impacto real do Plano Energético sobre o consumo da respetiva instalação.

O modelo operacional traduz o conjunto de medidas de eficiência energética a serem implementadas com vista à mudança de comportamentos e à gestão racional de energia. Este modelo inclui o Plano Energético, o Plano de Medição de Energia e o Plano de Sensibilização e Formação, o qual será elaborado no decorrer deste ano. O modelo operacional é um modelo evolutivo e adaptado a cada instalação através da melhoria contínua e da implementação de ações preventivas e corretivas.

O modelo de avaliação do desempenho do Sistema de Gestão de Energia é responsável pela auditoria, revisão e ajuste do SGE. Tem por base o Plano de Medição de Energia que quantifica os impactos reais da implementação do plano energético e ainda os recursos económicos exigidos pela implementação do Sistema de Gestão de Energia (ENP, 2011).

3.4. Plano Energético

O Sistema de Gestão de Energia conduziu à posterior criação do Plano Energético 2012/2013, em novembro de 2012, o qual visa definir e aplicar uma estratégia energética.

Inicialmente, o Plano foi desenvolvido para um período temporal de 1 a 2 anos, no entanto, devido às várias instalações e áreas de intervenção, neste momento, o Plano Energético apresenta um período temporal de 3 a 4 anos.

Este plano energético, é baseado na Norma Internacional *ISO 50001*, descrita anteriormente, e estabelece um conjunto de objetivos e medidas de eficiência energética que devem ser aplicadas tendo em conta a rentabilidade económica no maior curto espaço de tempo. Sendo assim, só são definidas e aplicadas as medidas que cumpram os seguintes critérios – período de retorno inferior ou igual a 3 anos e taxa interna de rentabilidade de 13%.

Os principais recursos energéticos utilizados nas várias instalações são eletricidade, gás natural, gás propano, gásóleo e gasolina. Em 2013, a energia elétrica consumida em todas as instalações foi de 21 GWh/ano e o gás natural consumido foi 6 GWh/ano.

No que diz respeito ao fornecimento de energia predomina o fornecimento em baixa tensão normal (BTN), baixa tensão especial (BTE) e média tensão (MT).

Em função destes dados, a elaboração do plano energético incide sobre várias áreas, dando prioridade àquelas onde a introdução de medidas é mensurável e apresenta um baixo período de retorno, a saber:

- Organização e Sensibilização – elaboração de ações de formação e sensibilização dos colaboradores para a política energética e os programas de gestão de energia do Grupo, as vantagens da eficiência energética, o impacto das suas ações nos consumos e ainda as suas funções e responsabilidades em matéria de gestão de energia. Estas ações irão constar do Plano de Formação e Sensibilização que irá ser elaborado e aplicado no decorrer do próximo ano;
- Ajuste tarifário – através da renegociação dos contratos e preços de energia e gás natural;
- Ajuste do fator de potência e por conseguinte, diminuição ou eliminação da energia reativa através da implementação de baterias de condensadores.

O Plano Energético definiu como prioridade principal o Plano Reativa 0, cujo principal objetivo era eliminar a energia reativa nas várias instalações. Neste momento, a intervenção nesta área ao longo do país, está quase concluída.

- Iluminação – substituição das lâmpadas existentes em cada edifício pelas lâmpadas descritas no Plano Energético e que estão identificadas na Tabela 3.1, com base em estudos luminotécnicos e características das lâmpadas atuais e das novas, com vista à garantia do mesmo fluxo luminoso e quando tal não seja possível, garantir o fluxo mínimo legislado para cada área de atividade (ENP, 2012).

Tabela 3.1 – Tecnologia de iluminação do Plano Energético.

Fonte: Própria com base no Plano Energético 2012/2013.

Lâmpadas atuais	Medidas de eficiência energética
Lâmpadas de halógeno 35 e 50W, casquilhos E27, GU10 e GX5.3	Substituição por lâmpadas led de 3W
Lâmpadas fluorescentes tubulares, T8, 18, 36 e 58W	Substituição por lâmpadas fluorescentes ECO de T8, 16, 32 e 51W
Lâmpadas fluorescentes tubulares T5, 49, 54 e 80 W	Substituição por lâmpadas fluorescentes ECO T5 de 45, 50, 73 W
Lâmpadas de descarga equipadas com balastros ferromagnéticos	Aplicação de reguladores de tensão
Lâmpadas iodetos metálicos 35W	Substituição por equipamentos led 28W
Iluminação exterior VSAP 70W	Substituição por equipamentos led 40W
Iluminação exterior VSAP 150W	Substituição por equipamentos led 84W

As novas instalações, que surjam no Grupo Salvador Caetano ao longo dos anos, deverão incluir as lâmpadas descritas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Tecnologia de iluminação do Plano Energético para novas instalações.

Fonte: Própria com base no Plano Energético 2012/2013.

Lâmpadas	Medidas de eficiência energética
Lâmpadas de descarga	Instalação exclusiva de balastros eletrónicos
Lâmpadas fluorescentes	Instalação exclusiva de lâmpadas fluorescentes tipo ECO
Lâmpadas de halógeno	Instalação de led
Lâmpadas de iodetos metálicos 70W	Instalação de led 56W
Lâmpadas de iodetos metálicos 35W	Instalação de led 28W
Naves oficiais	Instalação de lâmpadas fluorescentes

O Plano Energético definiu como segunda área prioritária de intervenção a iluminação. As medidas de eficiência energética propostas tentam garantir os lúmens atuais, exceto quando se verifica um excesso de iluminação para determinado local, confirmado por testes no local com recurso a luxímetros.

As novas instalações são simuladas no *software* Dialux e as lâmpadas instaladas já são mais eficientes como se constatou, na Tabela 3.2.

As lâmpadas atualmente instaladas nos casos em análise apresentam as características da Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Características das lâmpadas atuais.
Fonte: Própria com base no Plano Energético 2012/2013.

	F. Tubular T8			F. Tubular T5	Fluorescente Compacta		VMAP
Potência	18W	36W	58W	54W	18W	26W	250W
Casquilho	G13	G13	G13	G5	G24	G24	E40
Vida média (h)	13000	15000	15000	21000	13000	13000	16000
Temperatura da cor (k)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4100
Índice de Restituição Cromática	82	82	85	85	75	82	45
Fluxo luminoso a 25°C (lm)	1350	3250	5240	4450	1200	1760	12700
Fluxo luminoso a 30°C (lm)	-	-	-	5000	-	-	-
Rendimento a 25°C (lm/W)	75	90	90	82	67	69	51

As lâmpadas descritas no Plano Energético passarão a apresentar as características descritas na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Características das lâmpadas previstas no Plano Energético.

Fonte: Própria com base no Plano Energético 2012/2013.

	ECO T8 de 16W	ECO T8 de 32W	ECO T8 de 51W	ECO T5 de 50W	Led 84W
Casquilho	G13	G13	G13	G5	-
Vida média (h)	15000	15000	15000	21000	50000
Potência (W)	16	32	51	40	84
Temperatura da cor (k)	4000	4000	4000	4000	6000
Índice de Restituição Cromática	85	85	85	85	75
Fluxo luminoso a 25°C (lm)	1175	2650	4500	4100	8400
Fluxo luminoso a 30°C (lm)	1300	3000	4800	4900	-
Rendimento a 25°C (lm/W)	75	82	89	91	100

Estas ações de eficiência energética na iluminação, conduzirão à aquisição de vários equipamentos designadamente reguladores de tensão (Fluoresave) e à aquisição e troca de equipamentos de iluminação por tecnologias mais eficientes.

O Fluoresave (Figura 3.1) é um dispositivo de racionalização energética ideal para a aplicação em locais onde existam lâmpadas de descarga.



Figura 3.1 – Fluoresave.

Fonte: (Fluoresave, 2013).

Quando se liga uma lâmpada, esta está a ser alimentada pela tensão da rede. O Fluoresave, através de microprocessadores que monitorizam constantemente as variações da intensidade de corrente à saída e os valores da tensão na rede, permite que passado um curto período de tempo a tensão seja mantida a um nível mais baixo, mediante a instalação de um comutador de relé, diminuindo assim o consumo de energia (Figura 3.2). De forma resumida, a tensão é reduzida entre 8 a 15% e, por conseguinte, a intensidade da corrente também decresce aproximadamente 30% (ENP, 2013).

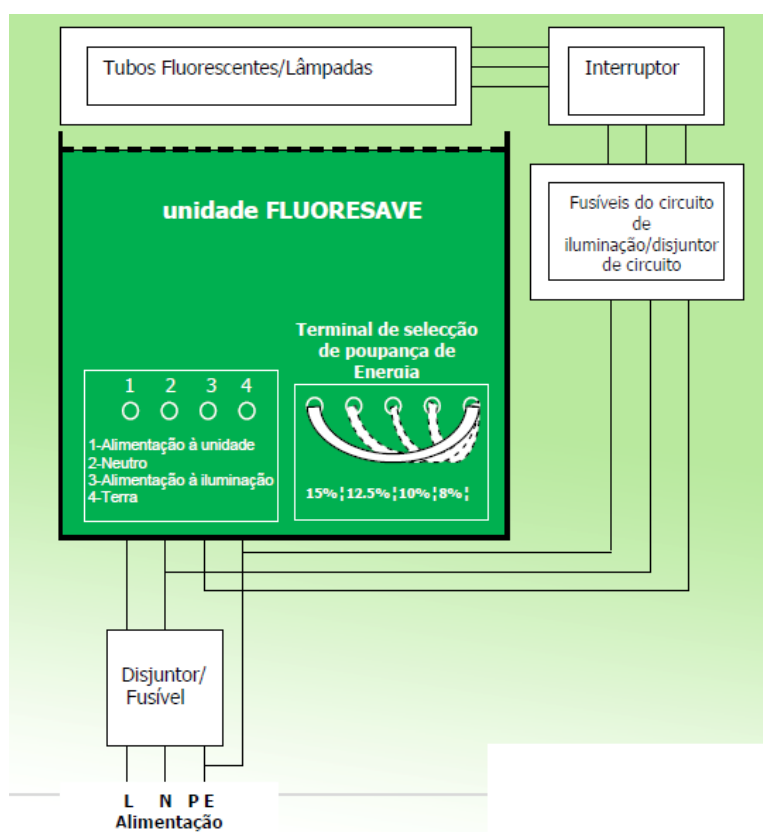


Figura 3.2 – Princípio de funcionamento do Fluoresave.

Fonte: (ENP, 2013).

Quando se ligam as lâmpadas da instalação, o Fluoresave comuta para a tensão da rede para que estas se possam acender, espera que estabilizem e, de seguida, volta ao regime de racionalização de energia. Quando a tensão da rede cai abaixo dos 192V, o regulador mantém a tensão da rede de modo a garantir o normal funcionamento dos sistemas de iluminação. Como precaução adicional se surgir alguma falha no circuito do regulador, o seu microprocessador assegurar-se-á que a tensão normal da rede é fornecida a todo o sistema. Deste modo evitam-se cortes no sistema de iluminação (Figura 3.3) (ENP, 2013).



Figura 3.3 – Exemplo de uma instalação de Reguladores de Tensão
Fonte: (Fluoresave, 2013).

Existem 3 tipos de Reguladores de Tensão, que diferem na potência máxima admissível e amperes suportados (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Características dos Reguladores de Tensão.
Fonte: Adaptado de (ENP, 2013).

Modelo	D12	D20	D32
Potência máxima (VA)	2280	4800	7680
Amperes (A)	12	20	32
Tensão de entrada (V)	230	230	230
Frequência (hz)	50	50	50
Sistema de alimentação	Monofásico	Monofásico	Monofásico

O Fluoresave é compatível com a maior parte das lâmpadas existentes com a exceção das lâmpadas fluorescentes de alta frequência, como é possível constatar na Tabela 3.6 (ENP, 2013).

Tabela 3.6 - Compatibilidade do Fluoresave por tipo de lâmpadas.
Fonte: Adaptado de (ENP, 2013).

Fluorescentes	Compatível
Fluorescentes de alta frequência	Não compatível
Fluorescentes de arranque de indução	Compatível
Vapor de Sódio	Compatível
Vapor de Mercúrio	Compatível
Halogéneo	Compatível
Iodetos Metálicos	Compatível

As poupanças obtidas com este sistema são da ordem dos 30%, no entanto estes resultados variam de instalação para instalação em função de muitas variáveis como o tipo de lâmpadas e a

sua respetiva idade, o estado e eficiência dos condensadores, a cablagem e o fator de potência da instalação.

- Sistemas de produção de energia - instalação de sistemas solares fotovoltaicos;
- Controlo, Gestão e Monitorização de Energia - através da instalação de contadores parciais de energia elétrica ligados a um sistema central que permita controlar a iluminação e o funcionamento de vários sistemas como os equipamentos AVAC e definir condições de funcionamento (Figura 3.4). Este sistema permite supervisionar e monitorizar consumos através da leitura e registo em tempo real dos consumos de energia ao longo do dia e otimizar o uso de energia.

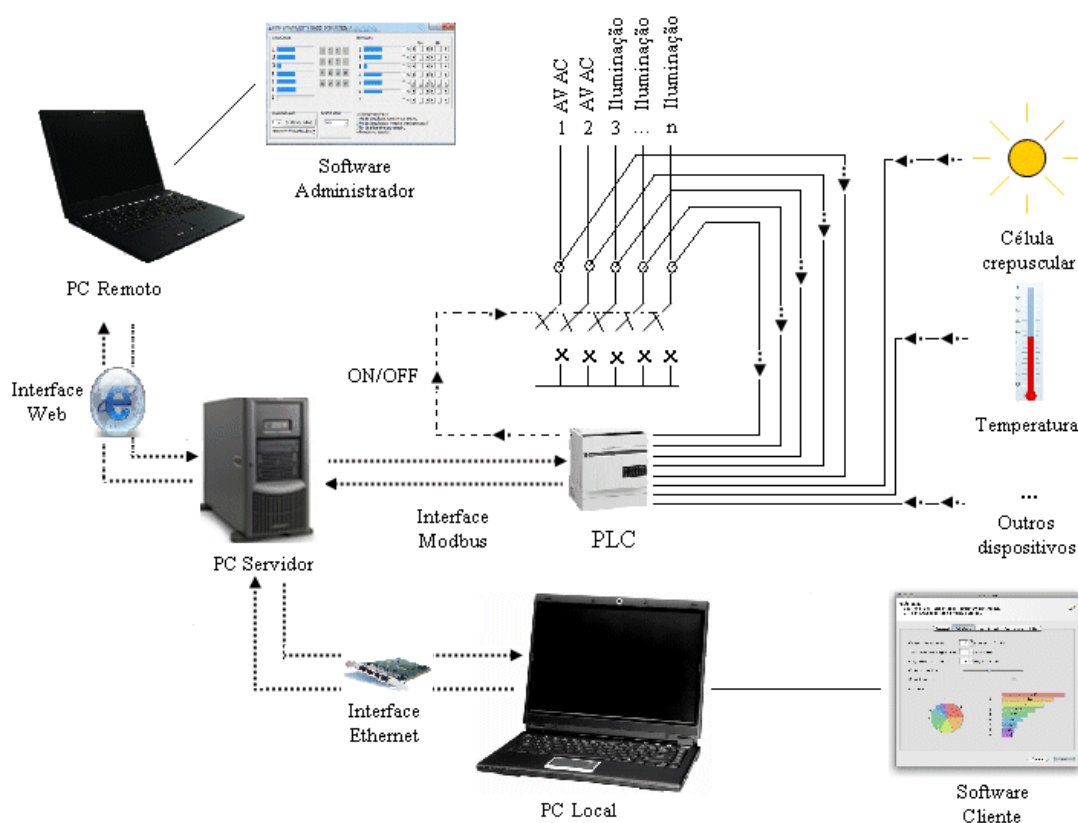


Figura 3.4 - Sistema de Controlo e Gestão de Energia do Grupo Salvador Caetano.

Fonte: (ENP, 2013).

As principais operações que o sistema de controlo e gestão de energia permite efetuar são as seguintes:

- Ligar e desligar circuitos elétricos;
- Definir períodos de operação de cada edifício;

- Monitorizar os consumos de energia e das principais grandezas elétricas da instalação. As leituras efetuadas permitem controlar os consumos e identificar possíveis anomalias.
- Efetuar o controlo da potência em horas de ponta da instalação ;
- Permitir o acesso remoto às várias instalações do Grupo e controlar os seus consumos;
- Definir níveis e cenários de operação de iluminação em função da iluminação natural e da altura do ano;
- Apresentar balanços energéticos da instalação (ENP, 2013).

Além disso, foi criado um Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético, responsável por auditar, rever e ajustar o Plano Energético em vigor, o qual estabelece os requisitos de monitorização energética, os indicadores energéticos adequados, um barómetro inter-instalações e critérios de análise de desvios (ENP, 2012).

Atualmente, o plano energético está implementado em algumas instalações piloto de retalho e reparação automóvel, de colisão, manufatura e montagem auto da área geográfica de Gaia e em fase de implementação parcial nas várias instalações do Grupo Salvador Caetano, distribuídas pelo país (ENP, 2012).

3.5. Plano de Medição e Verificação de Desempenho Energético

O Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético (PMVDE) do Grupo Salvador Caetano foi criado em agosto de 2013 e especifica as condições a que deverá obedecer o sistema de controlo, gestão e monitorização de energia que irá ser implementado na instalação.

O Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia permite que o gestor de energia possa efetuar várias ações nos principais sistemas consumidores de energia de forma remota, nomeadamente controlar os níveis de iluminação, monitorizar os consumos, definir set-points dos equipamentos de ar condicionado, entre outras. Este sistema baseia-se em autómatos programáveis com saídas digitais ajustadas às necessidades da instalação, estando preparados para serem amplificados e integrarem outras variáveis e tem as características e formato apresentados na Figura 3.5 (ENP, 2013).

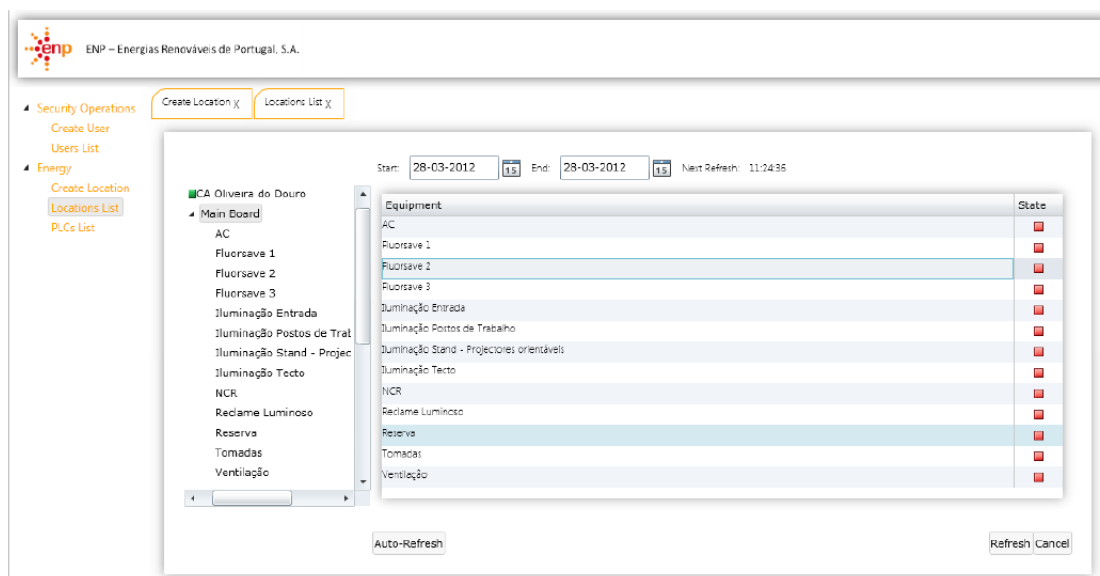


Figura 3.5 - Exemplo de um SGCE instalado.

Fonte: (ENP, 2013).

Os Sistemas implementados devem permitir conhecer e monitorizar com detalhe os principais consumos de cada secção. Assim são definidas como áreas prioritárias que devem ter um sistema de monitorização de energia, as seguintes secções:

- Secção de exposição automóvel;
- Secção de mecânica;
- Pintura;
- Lavagem;
- Compressor;
- Cantina;
- Escritórios;
- Balneários;
- Iluminação exterior;
- Cabina de pintura;
- Sistemas de carregamento lento de veículos elétricos (um analisador por grupo de sistemas);
- Sistema de carregamento rápido de veículos elétricos (um analisador por sistema);
- Chiller.

O Plano especifica que qualquer equipamento instalado deverá obedecer aos seguintes critérios. Os contadores de energia podem ser monofásicos ou trifásicos da marca *Carlo Gavazzi*, consoante

a instalação em questão e devem ser dotados de um protocolo de comunicação em *ModBus*, devido à sua elevada compatibilidade e custos de operação e com sinal de saída a relé, de forma a permitir o acionamento manual em caso de anomalia.

O *software* de controlo, gestão e monitorização de energia, foi desenvolvido pela própria empresa (ENP) em *Microsoft Silverlight*. Os autómatos usados, da marca *Schneider*, são autómatos programáveis com saídas digitais ajustadas às necessidades da instalação, estando preparados para serem amplificados e integrarem outras variáveis. O sistema opera por cabos com ligação à internet e apresenta uma base de dados em SQL (*Structured Query Language*).

Além disso, são estabelecidos vários requisitos de monitorização energética, definidos indicadores energéticos a calcular bem como critérios de análise de desvios com vista à criação de um barómetro inter-instalações, o qual irá ser essencial para a melhoria contínua do Plano Energético.

Os Indicadores Energéticos devem ser calculados em função do tipo de instalação com vista à avaliação do desempenho energético da mesma. Estes indicadores dizem respeito exclusivamente à análise de energia elétrica uma vez que é a principal fonte de energia consumida nas várias instalações (ENP, 2013).

Os Indicadores que devem ser calculados são:

- **Indicador Energético Global** – é a razão entre a faturação total da instalação (€) pelo consumo de energia elétrica (kWh) e traduz a riqueza produzida por unidade de energia consumida;
- **Indicador Energético de Vendas** – é a razão entre o consumo de energia elétrica na área de exposição (kWh) por área de exposição (m²) e representa o desempenho energético da área de exposição automóvel. Pode também ser definido como a razão entre o consumo de energia elétrica na área de exposição (kWh) por número de viaturas vendidas e traduz o desempenho energético da atividade de venda automóvel;
- **Indicador Energético da Mecânica** – é a razão entre o consumo de energia elétrica mecânica (kWh) por número de ordens de serviço e representa o desempenho energético da atividade de mecânica. Pode ainda ser definido pela razão entre a faturação mecânica (€) e o consumo de energia elétrica mecânica (kWh) que representa a riqueza produzida por unidade de energia consumida.

- **Indicador Energético Cabinas de Pintura** – representa a razão entre o consumo de energia elétrica numa cabina de pintura (kWh) em função do número de unidades pintadas e traduz o desempenho energético da atividade da cabina de pintura (ENP, 2013).

Após a caracterização do Grupo Salvador Caetano, da ENP e dos planos energéticos em vigor nas várias instalações do Grupo, seguidamente passarão a ser analisados energeticamente cinco edifícios de serviços e avaliado o impacto da aplicação do Plano Energético em cada um deles.

Capítulo 4 – Análise dos casos de estudo

Neste capítulo são caracterizados os casos de estudo em termos de atividades desenvolvidas, fontes de energia usadas, consumos energéticos, tipo de iluminação, equipamentos de trabalho e cálculo dos indicadores energéticos.

4.1. Caracterização dos casos de estudo

Os cinco edifícios estudados são responsáveis pela venda e reparação de várias marcas automóveis (Tabela 4.1). Estes localizam-se na área geográfica de Aveiro e por motivos de confidencialidade irão ser tratados como casos de estudo 1, 2, 3, 4 e 5.

Figura 4.1 – Caracterização dos 5 casos de estudo.

Casos de estudo	Áreas de atividade	Área da instalação (m ²)	Nº de colaboradores	Horário de funcionamento
1	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de exposição e venda automóvel; - Secção de usados; - Oficina mecânica e de serviços rápidos; - Peças; - Estação de lavagem; - Escritórios. 	2264	34	2ª a 6ª feira: 8horas/dia Sábado: 6 horas
2	<ul style="list-style-type: none"> - Receção automóvel; - Oficina mecânica; - Colisão; - Pintura; - Peritagem; - Estação de serviço e de lavagem. 	-	20	2ª a 6ª feira: 8horas/dia
3	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de exposição e venda automóvel e de motos; - Secção de usados; - Oficina mecânica automóvel e motos; - Colisão; - Pintura; - Peças; - Estação de lavagem; - Escritórios. 	3776	40	2ª a 6ª feira: 8horas/dia Stand: 2ª a 6ªf – 8h30min/dia e 7h30min ao Sábado
4	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de exposição e venda automóvel; - Secção de usados; - Oficina mecânica e de serviços rápidos; - Peças; - Estação de lavagem; - Escritórios. 	-	-	2ª a 6ª feira: 8horas/dia Stand: 2ª a 6ªf – 8h30min/dia e 5horas ao Sábado

Casos de estudo	Áreas de atividade	Área da instalação (m ²)	Nº de colaboradores	Horário de funcionamento
5	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Zonas de exposição e venda automóvel; - Secção de usados; - Oficina mecânica e de serviços rápidos; - Peças; - Estação de lavagem; - Escritórios. 	-	-	2ª a 6ª feira: 8 horas/dia Stand: 9h 2ªf a Sábado

4.2. Fontes de energia

As principais fontes de energia características de cada edifício bem como a percentagem dessa fonte de energia em relação ao consumo energético total estão definidas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Fontes de energia de cada caso de estudo.

Caso estudo	Fonte de energia	% de consumo
1	Energia elétrica	98%
	Gás natural	2%
2	Energia elétrica	57%
	Gasóleo de aquecimento	43%
3	Energia elétrica	65%
	Gás natural	35%
4	Energia elétrica	100%
5	Energia elétrica	100%

Verifica-se que em todas as instalações a principal fonte de energia é a energia elétrica uma vez que é usada para a iluminação, nos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, equipamentos de escritório, refeitório e oficina. Como tal, será sobre essa fonte que o trabalho se focará, uma vez que o Plano Energético do Grupo Salvador Caetano também se centra nessa fonte de energia.

As características do fornecimento de energia elétrica (potência contratada, instalada, requisitada, nível de tensão e ciclo horário) estão descritas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Características do fornecimento de energia elétrica por caso de estudo.

	Casos de estudo				
	1	2	3	4	5
Fornecedor de energia	EDP Comercial	EDP Comercial	EDP Comercial	EDP Comercial	EDP Comercial
Potência Instalada (kW)	250	250	400	————	250
Potência Requisitada (kVA)	116,25	116,25	186	————	116,25
Potência Contratada (kVA)	116,25	116,25	186	41,40	116,25
Tensão	Média Tensão	Média Tensão	Média Tensão	Baixa Tensão Normal	Média Tensão
Ciclo horário	FER – Semanal com Feriados	FER – Semanal com Feriados	FER – Semanal com Feriados	Diário	FER – Semanal com Feriados

No caso de estudo 1, o gás natural é utilizado no refeitório e banhos. No caso de estudo 2, o gasóleo de aquecimento é essencial ao aquecimento das estufas de pintura automóvel. No que respeita ao edifício 3, o gás natural é característica da zona de refeitório, banhos e aquecimento das estufas de pintura. As características do fornecimento de gás natural estão presentes na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Características do fornecimento de gás natural por caso de estudo.

	Casos de estudo	
	1	3
Fornecedor de gás natural	Lusitânia Gás	Lusitânia Gás
Tarifa	BP < Escalão 2 (221 - 500 m ³ /ano)	BP < Escalão 4 (1001 - 10000 m ³ /ano)

4.3. Consumos energéticos

- **Caso estudo 1**

No caso de estudo 1, o consumo de energia elétrica tem-se mantido praticamente constante desde 2012, sendo que, regra geral, o consumo é superior nos meses de Inverno devido à utilização de sistemas de aquecimento (Figura 4.1). O consumo de energia elétrica depende do tempo de utilização das lâmpadas, equipamentos de escritório e de oficina, sendo por isso expectável que com o aumento do número de reparações registadas na oficina aumente também o consumo de energia elétrica visto que os consumos associados às lâmpadas e equipamentos de escritório são praticamente constantes. Estes dados foram obtidos com base nas faturas de energia que estão simplificadas no Anexo 2.

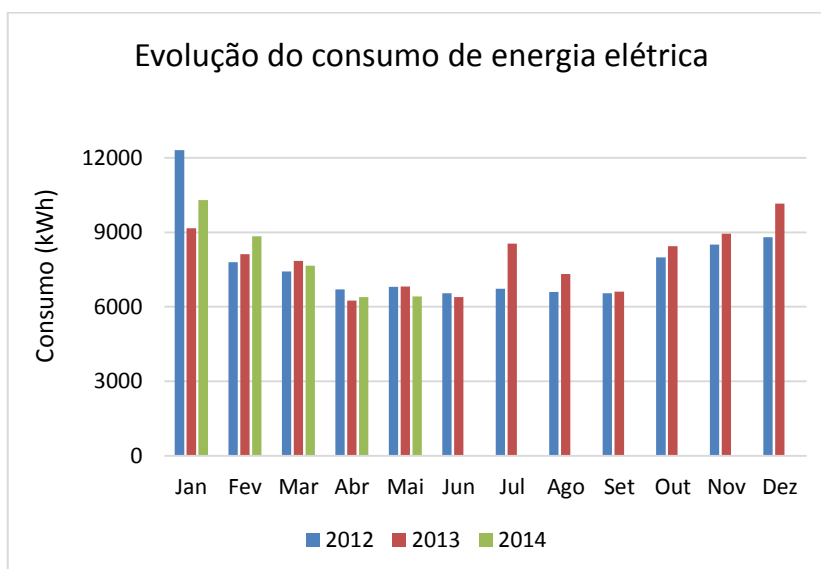


Figura 4.1 - Evolução dos consumos de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 1.

O consumo de energia elétrica está distribuído sobre 4 períodos horários distintos (Figura 4.2), sendo 54% do consumo característico das horas de cheia, 19% consumido em horas de ponta e vazio normal e os restantes 8% em super vazio. Os consumos registados em horas de vazio normal e super vazio devem-se à iluminação exterior e do *stand*, cujo número de lâmpadas ligadas e período de funcionamento é regulado por relógios instalados nos quadros elétricos e varia em função da época do ano.

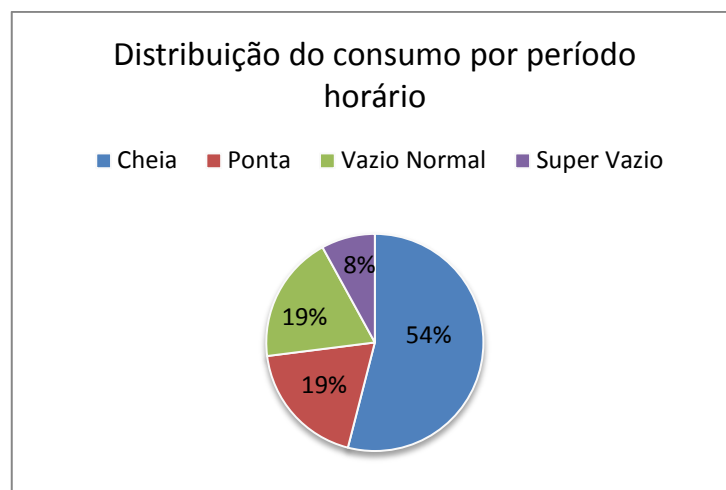


Figura 4.2 – Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.

No que diz respeito ao consumo de gás natural, tem-se registado uma diminuição significativa do consumo. Esta fonte de energia é utilizada esporadicamente na zona do refeitório e nos banhos dos colaboradores. No entanto, o número de banhos na instalação tem vindo a decrescer sendo que há meses em que o consumo de gás natural é praticamente nulo (Figura 4.3) e Anexo 3.

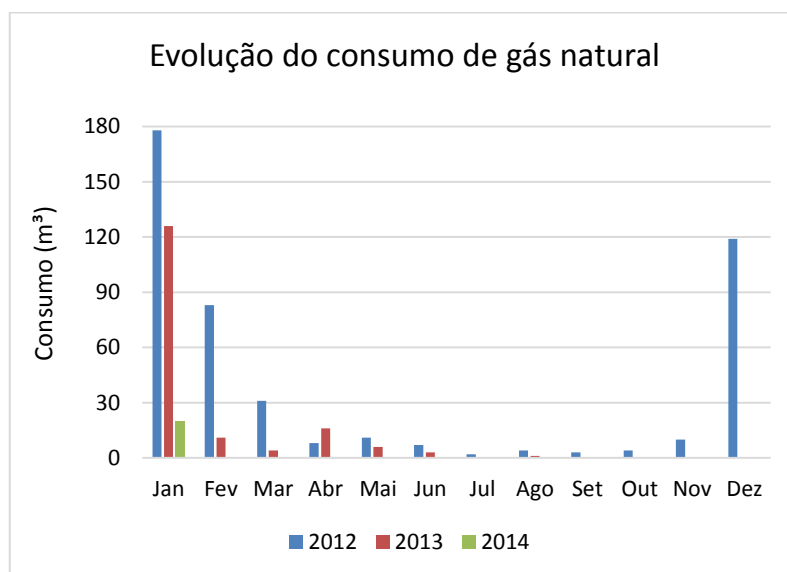


Figura 4.3 - Evolução dos consumos de gás natural 2012-2014 no caso de estudo 1.

Os consumos energéticos da instalação 1 nos anos de 2012 e 2013 estão descritos na Tabela 4.5. Verifica-se que o consumo de energia elétrica aumentou 2% em 2013 face ao ano anterior no entanto, o consumo de gás natural diminuiu 64% comparativamente a 2012, o que significou uma diminuição de 2% do consumo energético total em 2013.

Tabela 4.5 – Consumos energéticos do caso de estudo 1.

Caso de estudo 1				
	kWh		Comparação	
	2012	2013	kWh	%
Eletricidade	92 752,54	94 604,57	+ 1852,03	+ 2%
Gás Natural	5 938,00	2 157,00	- 3781,00	- 64%
Total	98 690,54	96 761,57	-1928,97	- 2%

- **Caso estudo 2**

No edifício 2, o consumo de energia elétrica também se tem mantido praticamente constante desde 2012 (Figura 4.4), dado que não foram introduzidas nenhuma medidas de eficiência energética. Estes dados foram obtidos com base nas faturas de energia que estão simplificadas no Anexo 2.

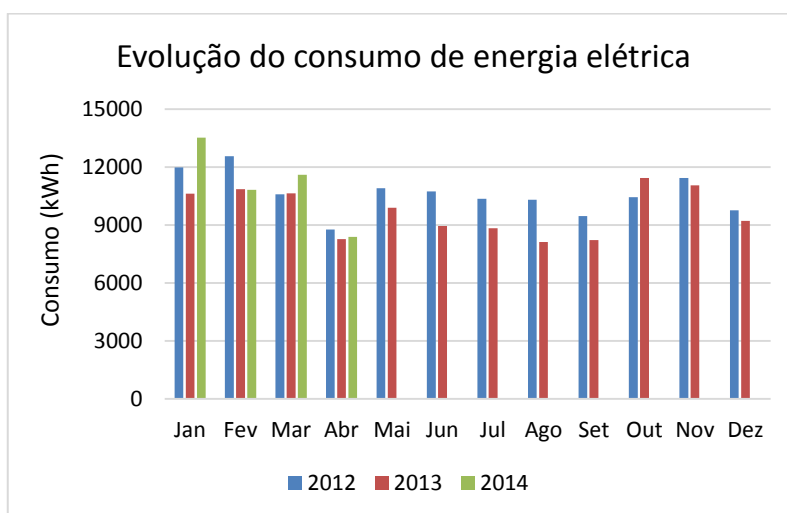


Figura 4.4 - Evolução do consumo de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 2.

O consumo de energia elétrica está distribuído sobre 4 períodos horários distintos. Deste consumo, 59% é característico de cheia, 30% do período de ponta, 7% do vazio normal e os restantes 4% de super vazio (Figura 4.5). Os consumos em vazio normal e super vazio devem-se às lâmpadas exteriores cujo funcionamento é regulado em função da estação do ano.

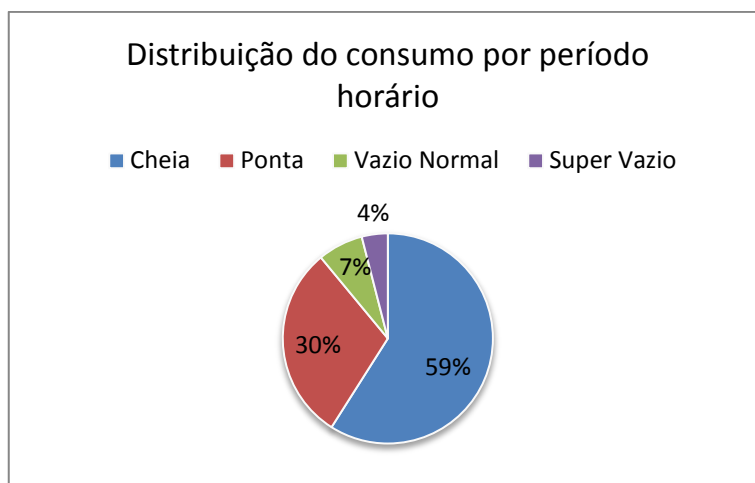


Figura 4.5 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.

No que diz respeito ao consumo de gásóleo, verifica-se que é nos meses de Inverno que se regista um maior consumo de gásóleo, devido à maior necessidade de aquecer as estufas de pintura (Figura 4.6) e Anexo 4.

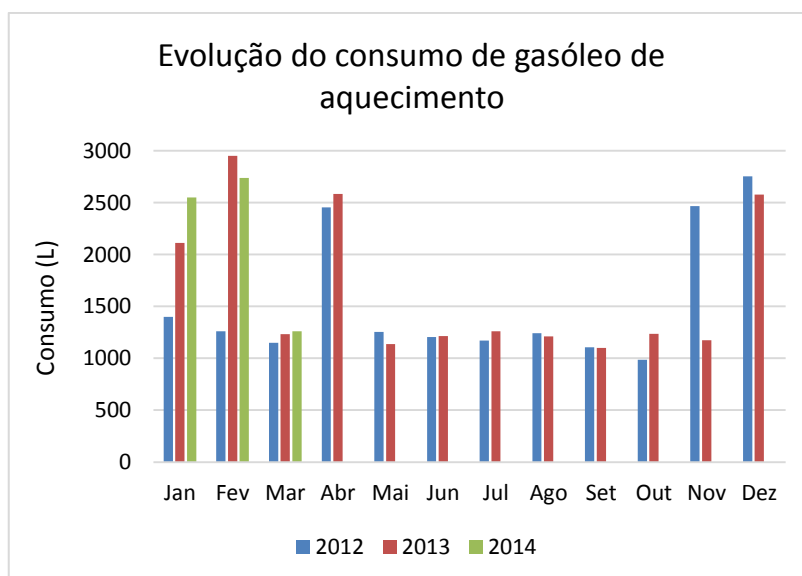


Figura 4.6 - Evolução do consumo de gásóleo de aquecimento 2012-2014 no caso de estudo 2.

Da análise da Tabela 4.6, constata-se que o consumo de eletricidade diminuiu cerca de 9% em relação a 2012 enquanto o consumo de gásóleo de aquecimento aumentou 16% em relação a 2012.

Tabela 4.6 - Consumos energéticos do caso de estudo 2.

Caso de estudo 2				
	Anos		Comparação	
	2012	2013	kWh	%
Eletricidade (kWh)	127 264,07	116 073,08	- 11190,99	- 8,8%
Gasóleo de aquecimento (L)	17 047,00	19 788,00	+ 2741	+ 16,1%

- **Caso estudo 3**

Na instalação 3, o consumo de energia elétrica registou um ligeiro decréscimo em 2013 face ao ano anterior (Anexo 2) sendo que, regra geral, o consumo é superior nos meses de Inverno, devido à maior utilização da iluminação e sistemas de aquecimento (Figura 4.7). Este ligeiro decréscimo pode ser explicado pela substituição da tecnologia de iluminação por outra mais eficiente durante o ano de 2012.

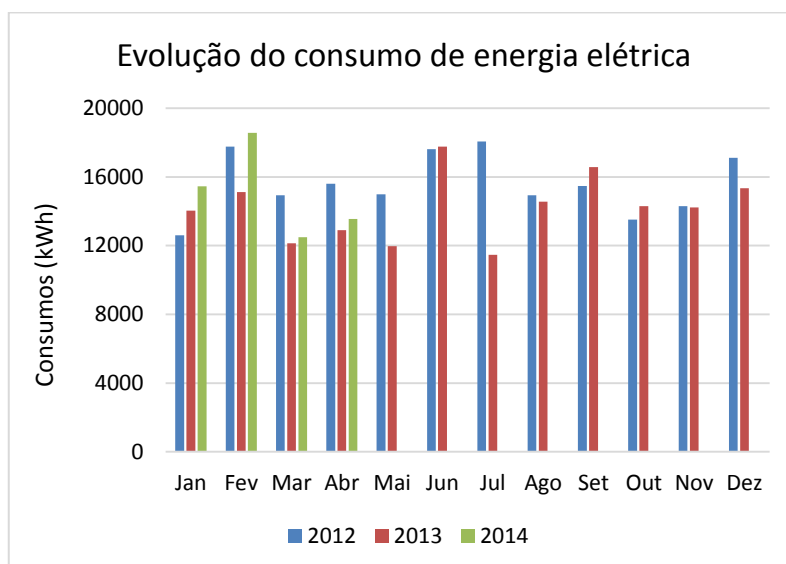


Figura 4.7 - Evolução do consumo de energia elétrica 2012-2014 no caso de estudo 3.

O consumo de energia elétrica está distribuído sobre 4 períodos horários distintos, sendo 57% do consumo característico das horas de cheia, 22% consumido em horas de ponta, 14% em vazio normal e os restantes 7% em super vazio (Figura 4.8). Os consumos em super vazio e vazio normal devem-se às lâmpadas exteriores e do *stand* que ficam ligadas nesses períodos.

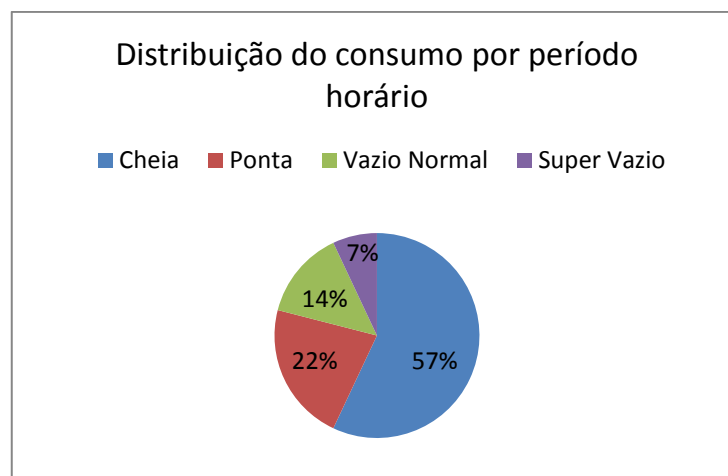


Figura 4.8 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.

No que diz respeito ao consumo gás natural não é possível estabelecer uma comparação real entre os consumos dos anos 2012 e 2013 uma vez que não se dispõe de um histórico completo de valores do ano 2012. Na Figura 4.9 e no Anexo 3 são apresentados os consumos desde janeiro de 2013 até março de 2014.

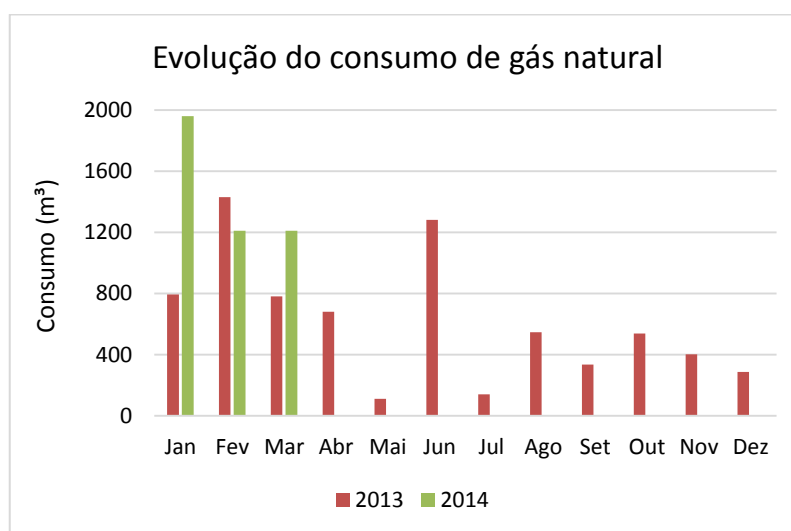


Figura 4.9 - Evolução do consumo de gás natural 2012-2014 no caso de estudo 3.

Através da análise da Tabela 4.7 é possível verificar que o consumo de energia elétrica diminuiu cerca de 9% em 2013 comparativamente ao ano anterior. No entanto, não é possível efetuar a mesma comparação para o gás natural.

Tabela 4.7 - Consumos energéticos do caso de estudo 3.

Caso de estudo 3				
	kWh		Comparação	
	2012	2013	kWh	%
Elettricidade	186 907,83	170 376,18	- 16 531,65	- 8,8%
Gás Natural	-	93 595,00	-	-

- **Caso estudo 4**

No caso de estudo 4, o consumo de energia elétrica tem vindo a decrescer ao longo do ano de 2013, resultado da introdução de reguladores de tensão (Figura 4.10). Nesse ano foram consumidos 48 124 kWh de energia elétrica. Uma vez que não se dispõe de um histórico completo de consumos do ano de 2012 (como é possível constatar no Anexo 2) não é possível estabelecer um termo comparativo entre esses dois anos.

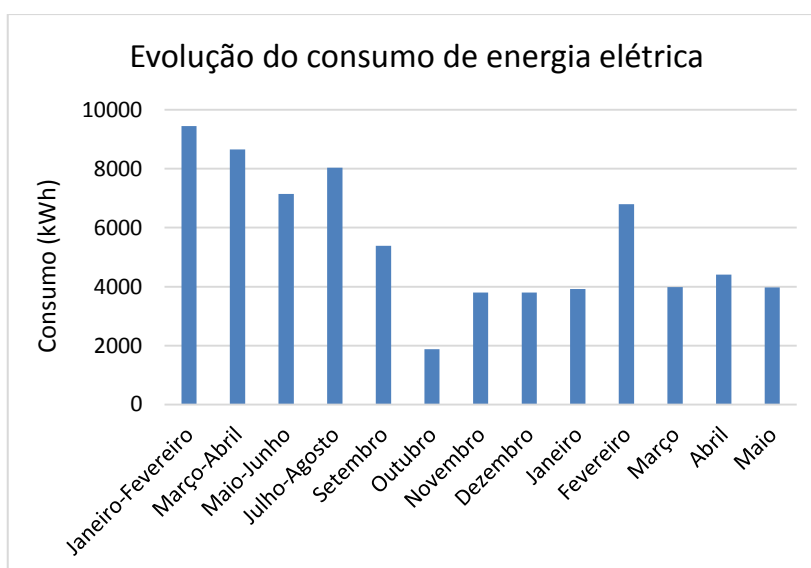


Figura 4.10 - Evolução dos consumos de energia elétrica no caso de estudo 4.

O consumo de energia elétrica está distribuído em 3 períodos horários distintos, sendo 57% do consumo característico de cheia, 23% de ponta e 20% de vazio (Figura 4.11). O consumo em vazio, tal como nos casos de estudo anteriores, resulta do consumo da iluminação exterior e do *stand*.

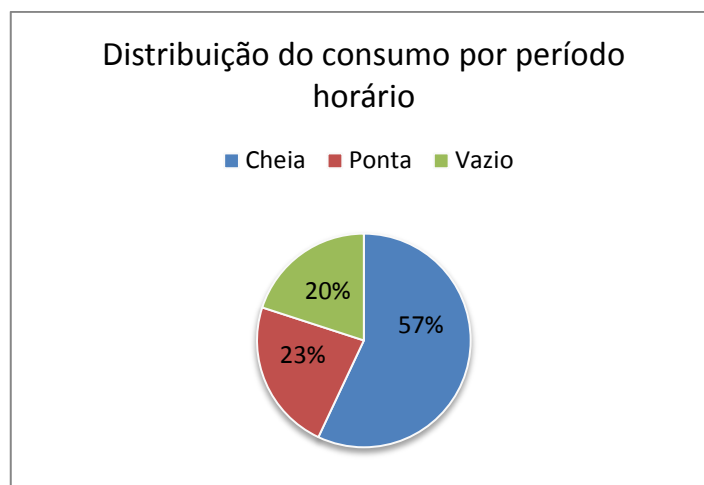


Figura 4.11 - Distribuição do consumo de energia elétrica período horário.

• Caso estudo 5

No edifício 5, o consumo de energia elétrica tem registado algumas oscilações ao longo do ano, (como é possível constatar no Anexo 2), sendo que o consumo é superior nos meses de dezembro a abril e inferior nos restantes meses do ano (Figura 4.12).

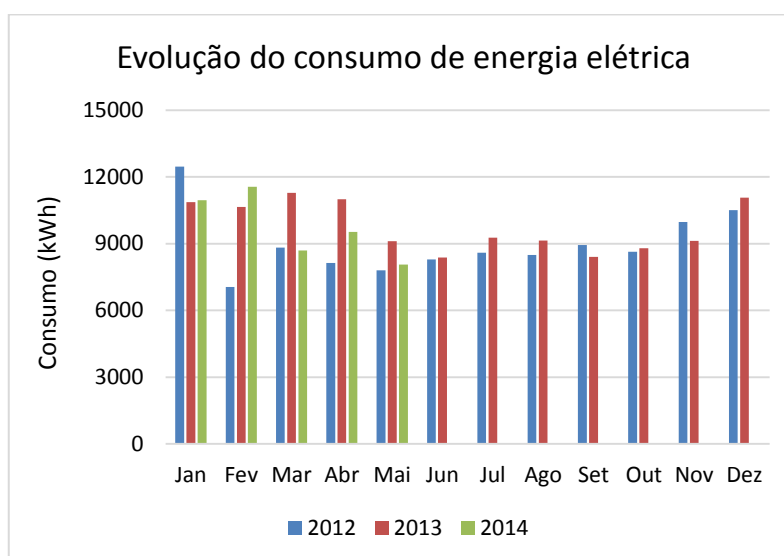


Figura 4.12 - Evolução dos consumos de energia elétrica no caso de estudo 5.

O consumo de energia elétrica está distribuído em 4 períodos horários distintos, dos quais 52% do consumo é característico de cheia, 19% de ponta, 19% de vazio normal e 10% de super vazio (Figura 4.13). O consumo de vazio normal e super vazio é característico dos 2 *stands* e do exterior, cujo funcionamento é regulado por relógios.

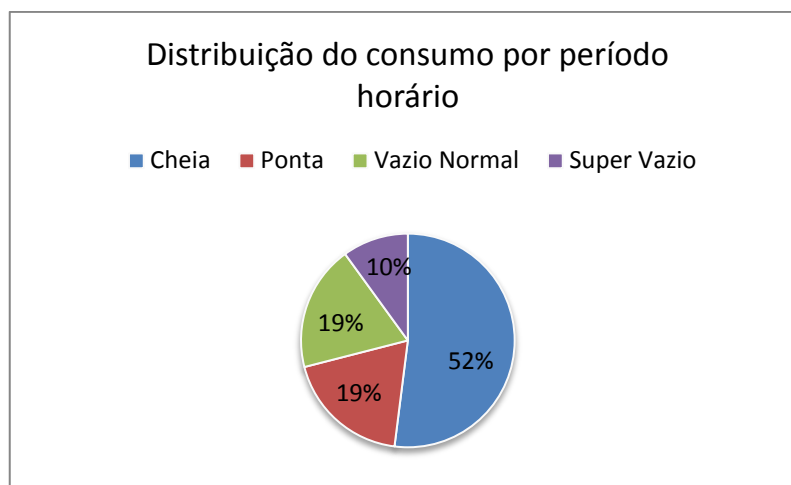


Figura 4.13 - Distribuição do consumo de energia elétrica por período horário.

Na Tabela 4.8 estão descritos os consumos de energia elétrica do caso de estudo 5 nos anos de 2012 e 2013. Verifica-se que em 2013 houve um aumento de cerca de 9% do consumo energético face ao ano anterior.

Tabela 4.8 – Consumos energéticos do caso de estudo 5.

Caso de estudo 5				
	kWh		Comparação	
	2012	2013	kWh	%
Eletricidade	107 705,32	117 070,96	9 365,64	+ 8,7%

4.4. Tecnologia de iluminação

- **Caso estudo 1**

No que respeita à iluminação, no edifício 1, predominam as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18, 36 e 58 W de balastros ferromagnéticos (Figura 4.15) e as fluorescentes compactas de 18W nos gabinetes de trabalho. Na oficina são características as lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão de 250W (Figura 4.14) e no *stand* as lâmpadas de iodetos metálicos de 150W.

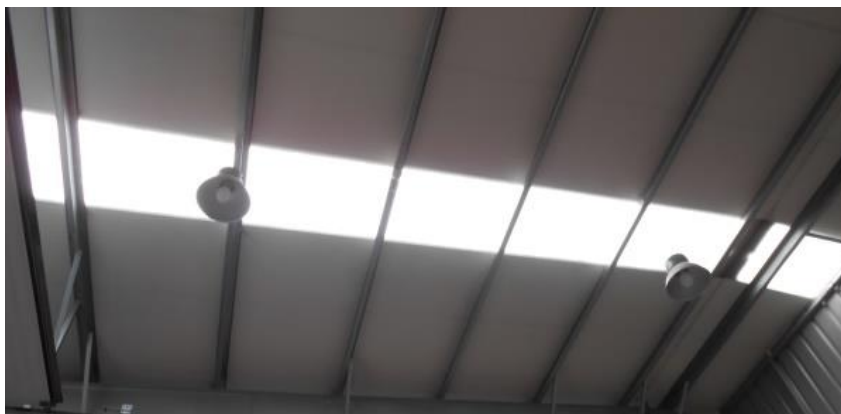


Figura 4.14 - Lâmpadas oficinais de 250 W.

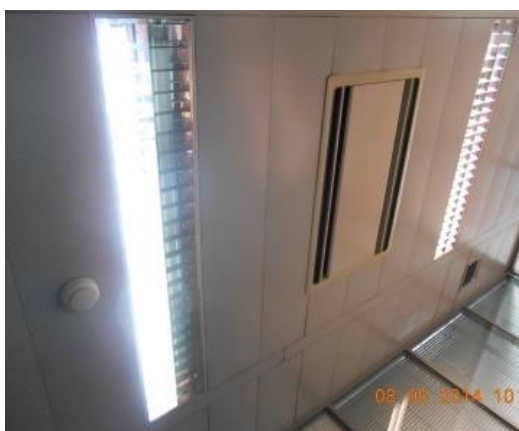


Figura 4.15 - Lâmpadas fluorescentes tubulares dos escritórios

Na Figura 4.16 está descrita a distribuição do consumo por tipo de lâmpada, a qual foi elaborada tendo por base a Tabela 4.9 que foi obtida através do levantamento da tecnologia de iluminação em cada secção do edifício. Verifica-se que as maiores consumidoras são as lâmpadas de iodetos metálicos, seguidas das fluorescentes tubulares T8, vapor de mercúrio e fluorescentes compactas.

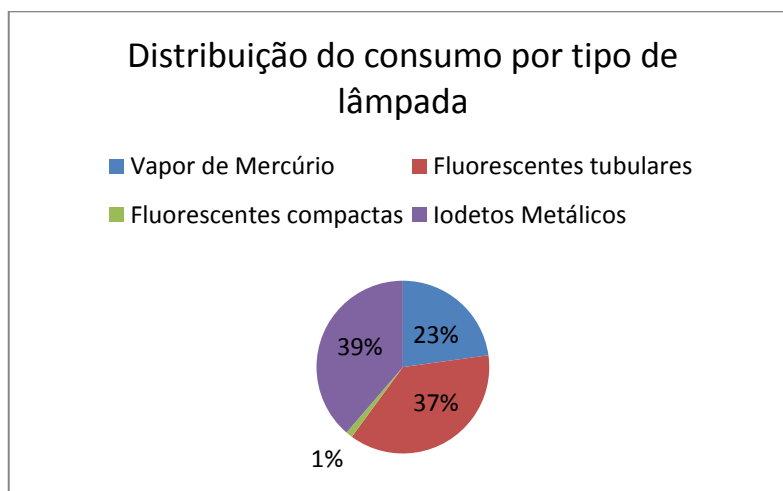


Figura 4.16 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 1.

Tabela 4.9 - Consumos de iluminação no caso de estudo 1.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência lâmpada e balastro (W) ¹	Nº de Lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Gabinete 1	F. Tubular T8	18	23,4	16	640	239,62
Gabinete 2	F. Tubular T8	18	23,4	16	1040	389,38
Gabinete 3	F. Tubular T8	18	23,4	16	390	146,02
Cantina	F. Tubular T8	18	23,4	76	225	400,14
Oficina	VMAP	250	325	17	2080	11 492,00
	F. Tubular T8	36	46,8	32	2080	3115,01
Stand	I. Metálicos	150	195	44	2496	21 415,68
	F. Compacta	18	23,4	10	2080	486,72
Serviços Rápidos	I. Metálicos	250	325	3	2080	2028,00
Exterior	I. Metálicos	250	325	5	1092	1774,50
Receção	F. Tubular T8	58	75,4	32	2080	5018,62
	F. Compacta	18	23,4	4	1040	97,34
Gabinete 4	F. Tubular T8	58	75,4	2	2080	313,66
Peças	F. Tubular T8	18	23,4	68	2080	3309,70
	F. Compacta	18	23,4	4	2080	194,69
Usados	F. Tubular T8	36	46,8	8	2496	934,50
Administração	F. Tubular T8	58	75,4	30	2080	4704,96
Gabinete 5	F. Tubular T8	58	75,4	18	2080	2822,98
Lavagem	VMAP	250	325	5	2080	3380,00
	F. Tubular T8	58	75,4	18	2080	2822,98
WC	F. Compacta	18	23,4	4	130	12,17
WC	F. Tubular T8	18	23,4	5	130	15,21
Balneários	F. Tubular T8	58	75,4	6	130	58,81
	F. Compacta	18	23,4	8	130	24,34

• Caso estudo 2

No caso de estudo 2 existem lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 54W na receção. Nos escritórios e nas estufas de pintura predominam as fluorescentes tubulares T8 de 18, 36 e 58W (Figura 4.17). Na oficina são características as lâmpadas de vapor de mercúrio de 250W e fluorescentes tubulares T8 de 36 e 58W.

¹ A potência da lâmpada e do balastro é calculada assumindo o valor de 30% de perdas associadas aos balastros eletromagnéticos.

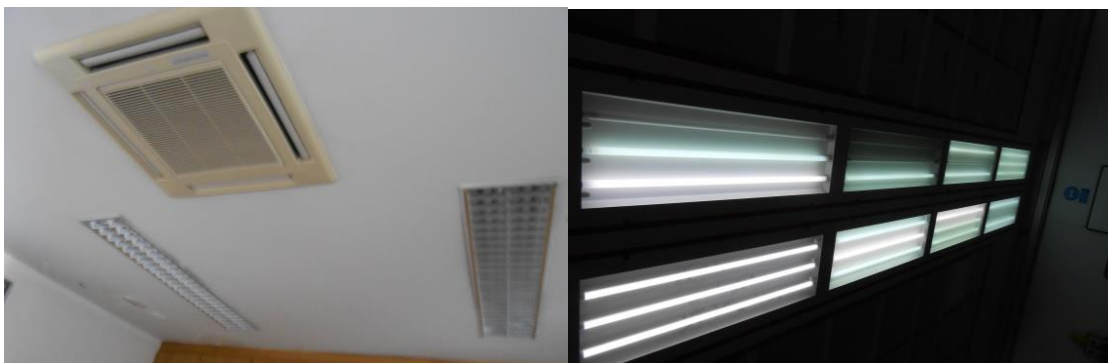


Figura 4.17 – Lâmpadas fluorescentes dos escritórios (esquerda) e das estufas de pintura (direita).

No exterior as lâmpadas existentes são de iodetos metálicos de 250 W. A Figura 4.18, obtida através da Tabela 4.10, permite verificar que os maiores consumos devem-se às lâmpadas fluorescentes T8, seguidas das lâmpadas vapor de mercúrio, fluorescentes tubulares T5 e iodetos metálicos, respetivamente.

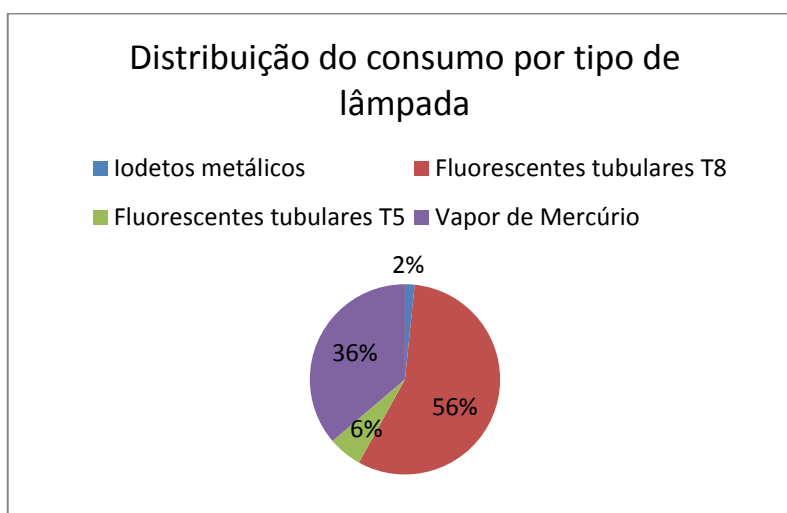


Figura 4.18 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 2.

Tabela 4.10 - Consumos de iluminação no caso de estudo 2.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Nº de lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Receção	F. Tubular T5	54	70,2	18	2080	2628,29
Gabinete 1	F. Tubular T5	54	70,2	2	2080	292,03
Gabinete 2	F. Tubular T5	54	70,2	4	1040	292,03
Zona de recepção	VMAP	250	325	3	2080	2028,00
Zona de Montagem	VMAP	250	325	3	2080	2028,00
	F. Tubular T8	58	75,4	2	2080	313,66
Chaparia	VMAP	250	325	15	2080	10140,00
	F. Tubular T8	58	75,4	14	2080	2195,65
	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
Armazém 1	F. Tubular T8	58	75,4	2	2080	313,66
Pintura	VMAP	250	325	6	2080	4056,00
Baia 1	F. Tubular T8	36	46,8	6	2080	584,06
Baia 2	F. Tubular T8	36	46,8	30	2080	2920,32
Baia 3	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Baia 4	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Baia 5	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Baia 6	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Baia 7	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Baia 8	F. Tubular T8	36	46,8	16	2080	1557,50
Estufa 1	F. Tubular T8	36	46,8	30	2080	2920,32
	F. Tubular T8	36	46,8	18	2080	1752,19
Estufa 2	F. Tubular T8	36	46,8	30	2080	2920,32
	F. Tubular T8	36	46,8	18	2080	1752,19
Estação de serviço	VMAP	250	325	3	2080	2028,00
	F. Tubular T8	58	75,4	8	2080	1254,66
Estação de lavagem	F. Tubular T8	58	75,4	14	2080	2195,65
	F. Tubular T8	58	75,4	1	2080	156,83
Balneários	F. Tubular T8	36	46,8	8	260	97,34
Gabinete 3	F. Tubular T8	18	23,4	8	2080	389,38
Gabinete 4	F. Tubular T8	18	23,4	8	2080	389,38
Armazém 2	F. Tubular T8	36	46,8	2	2080	194,69
Exterior	I. Metálicos	250	325	5	780	1267,50

- **Caso estudo 3**

Relativamente à instalação 3, são características as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18, 36 e 58W nos gabinetes de trabalho, balneários, anexos e estufas de pintura (Figura 4.19).



Figura 4.19 – Lâmpadas fluorescentes tubulares características da pintura (em cima) e anexos (em baixo).

As fluorescentes compactas de 18W são específicas da receção da oficina. Os iodetos metálicos de 70 e 150W estão presentes na zona de exposição automóvel e as lâmpadas de vapor de mercúrio de 250W nas secções de pintura, chaparia, estação de lavagem e exterior. Na secção de peças e na oficina mecânica automóvel e de motos existem led's de 10, 80, 100 e 120W. Na Figura 4.20, constata-se que os maiores consumos devem-se às fluorescentes tubulares T8, seguido dos iodetos metálicos, led's, fluorescentes compactas e vapor de mercúrio, respetivamente. Esta Figura foi obtida através da Tabela 4.11.

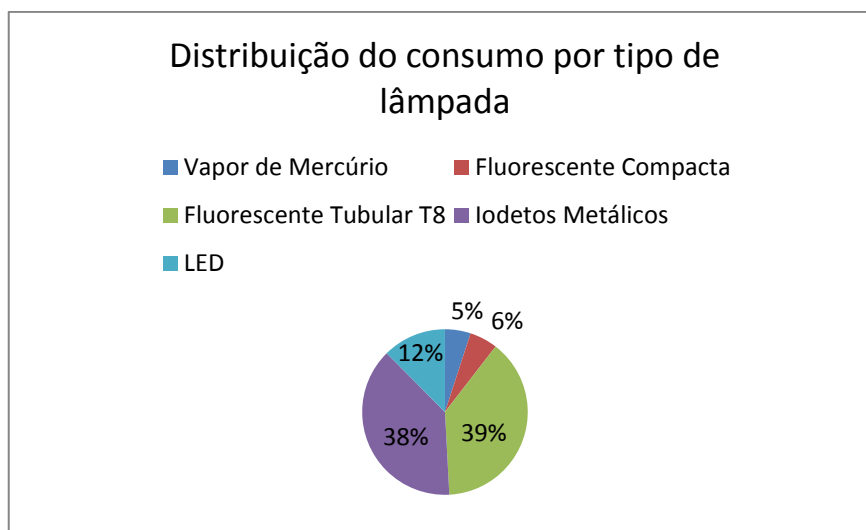


Figura 4.20 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 3.

Tabela 4.11 - Consumos de iluminação no caso de estudo 3.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Nº de lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Gabinete 1	F. Tubular T8	58	75,4	4	1920	579,07
Gabinete 2	F. Tubular T8	58	75,4	4	960	289,54
Gabinete 3	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
Gabinete 4	F. Tubular T8	58	75,4	18	2080	2822,98
Gabinete 5	F. Tubular T8	58	75,4	8	1920	1158,14
Pintura	VMAP	250	325	2	2080	1352,00
Pré-preparação	F. Tubular T8	36	46,8	48	2080	4672,51
Estufa 1	F. Tubular T8	36	46,8	40	2080	3893,76
Estufa 2	F. Tubular T8	36	46,8	32	2080	3115,01
Anexo	F. Tubular T8	36	46,8	8	2080	778,75
WC	F. Compacta	18	23,4	8	130	24,34
WC	F. Compacta	18	23,4	8	130	24,34
Zona de exposição	I. Metálicos	150	195	2	2496	973,44
	I. Metálicos	70	91	62	2496	14082,43
Gabinete 4	I. Metálicos	150	195	6	2080	2433,60
Gabinete 5	I. Metálicos	150	195	6	2080	2433,60
Anexo do stand	F. Tubular T8	58	75,4	2	520	78,42
Receção da oficina	F. Compacta	26	33,8	44	2080	3093,38
	F. Compacta	26	33,8	4	2080	281,22
Gabinete 6	F. Tubular T8	58	75,4	4	1920	579,07

Local	Tipo de Lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Nº de lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Zona de recepção	I. Metálicos	70	91	2	2080	378,56
Oficina automóvel	Led Industrial	120	132	14	2080	3843,84
Gabinete 7	F. Tubular T8	58	75,4	4	2080	627,33
Gabinete 8	F. Tubular T8	18	23,4	16	2080	778,75
Anexo da oficina	F. Tubular T8	18	23,4	8	520	97,34
Anexos da oficina	F. Tubular T8	18	23,4	52	520	632,74
Peças	Led Tubular	10	11	29	2080	663,52
	Led	120	132	4	2080	1098,24
	Led	80	88	4	2080	732,16
	Led	10	11	14	2080	320,32
	Led	10	11	11	2080	251,68
Anexo	F. Tubular T8	18	23,4	48	520	584,06
	F. Compacta	18	23,4	4	520	48,67
Motos	Led	38	41,8	17	2080	1478,05
	F. Tubular T8	18	23,4	4	2080	194,69
	F. Compacta	18	23,4	28	260	170,35
Cantina	F. Tubular T8	18	23,4	44	390	401,54
	F. Compacta	18	23,4	8	260	48,67
Balneários	F. Tubular T8	58	75,4	12	520	470,50
Colisão	I. Metálicos	250	325	7	2080	4732,00
Gabinete 9	F. Tubular T8	18	23,4	8	2080	389,38
Anexo	F. Tubular T8	58	75,4	4	260	78,42
Estação de lavagem 1	VMAP	250	325	1	2080	676,00
	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
Estação de lavagem 2	VMAP	250	325	2	2080	1352,00
Exterior	I. Metálicos	250	325	11	780	2788,50
	I. Metálicos	70	91	4	780	283,92

• **Casos de estudo 4 e 5**

Nos edifícios 4 e 5, predominam as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 18, 36 e 58 W com balastros ferromagnéticos nos gabinetes, oficina, secção de peças e estação de lavagem. As lâmpadas de iodetos metálicos de 150 são próprias do *stand*. As lâmpadas de vapor de mercúrio de 250W são características da oficina. As lâmpadas fluorescentes compactas de 26W são características de alguns gabinetes de trabalho. As Figuras 4.21 e 4.22 mostram a distribuição do consumo de iluminação por tipo de lâmpadas nos casos de estudo 4 e 5 respetivamente. As Figuras derivam das Tabelas 4.12 e 4.13, utilizadas no levantamento da iluminação e cálculo dos consumos das instalações 4 e 5.

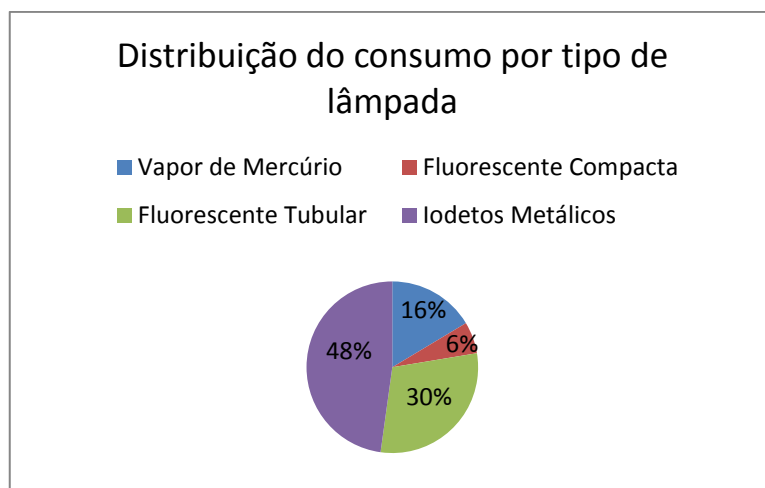


Figura 4.21 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 4.

Tabela 4.12 - Consumos de iluminação no caso de estudo 4.

Local	Tipo de lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência da lâmpada e balastro (W)	Nº de lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Gabinete 1	F. Compacta	26	33,8	12	2080	843,65
Gabinete 2	F. Tubular T8	58	75,4	8	2080	1254,66
Gabinete 3	F. Tubular T8	58	75,4	4	960	289,54
Gabinete 4	F. Compacta	26	33,8	9	1040	316,37
Stand	I. Metálicos	105	136,5	26	2496	8858,30
	I. Metálicos	105	136,5	10	2496	3407,04
Peças	F. Tubular T8	18	23,4	16	2080	778,75
Estação de lavagem	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
Receção direta	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
Zona de entrega	F. Compacta	26	33,8	8	2080	562,43
Oficina	F. Tubular T8	58	75,4	12	2080	1881,98
	VMAP	175	227,5	10	2080	4732,00
	F. Tubular T8	58	75,4	4	2080	627,33
Exterior	I. Metálicos	250	325	6	780	1521,00

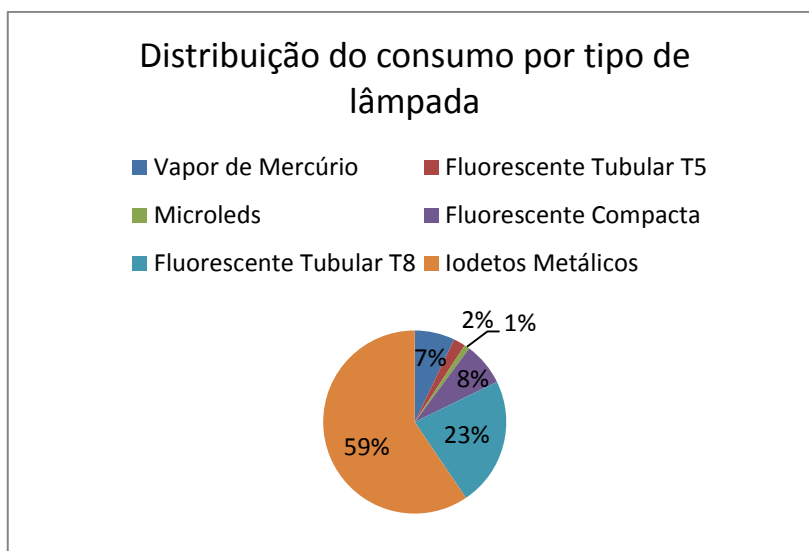


Figura 4.22 - Distribuição do consumo por tipo de lâmpada no caso de estudo 5.

Tabela 4.13 - Consumos de iluminação no caso de estudo 5.

Local	Tipo de lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência da lâmpada e balastro (W)	Nº de lâmpadas	Tempo de funcionamento anual (horas/ano)	Consumo total (kWh/ano)
Gabinete 1	F. Compacta	26	33,8	26	2080	562,43
Corredor	F. Compacta	26	33,8	26	2080	281,22
Gabinete 2	F. Compacta	26	33,8	26	2080	562,43
Gabinete 3	F. Compacta	26	33,8	26	1040	281,22
Gabinete 4	F. Compacta	26	33,8	26	2080	562,43
Gabinete 5	F. Compacta	26	33,8	26	3328	899,89
Secretaria	F. Compacta	26	33,8	26	2080	562,43
Gabinete 6	F. Tubular T8	36	46,8	36	2080	194,69
Gabinete 7	F. Tubular T8	36	46,8	36	2080	292,03
Gabinete 8	F. Tubular T8	36	46,8	36	2080	194,69
Peças	F. Tubular T8	18	23,4	18	2080	1946,88
Oficina	VMAP	175	227,5	175	2080	1419,60
	F. Tubular T8	58	75,4	58	2080	3136,64
Serviços Rápidos	VMAP	250	325	250	2080	2028,00
	F. Tubular T8	58	75,4	58	2080	1881,98
Stand 1	I. Metálicos	105	136,5	105	2080	15 899,52
	F. Tubular T8	36	46,8	36	2080	292,03
	Microled	6	11	10	2080	137,28
Stand 2	I. Metálicos	150	195	150	2080	12 168,00
Sala de espera	F. Tubular T5	54	70,2	54	2080	438,048
	Microled	14	11	10	2080	320,32
Recepção	F. Tubular T5	54	70,2	54	2080	584,06
Lavagem 1	F. Tubular T8	58	75,4	58	2080	1568,32
Lavagem 2	F. Tubular T8	58	75,4	58	2080	1254,66
Usados	F. Tubular T8	58	75,4	58	2080	313,66
Exterior	I. Metálicos	250	325	250	520	845,00

Na Tabela 4.14, está descrita qual a percentagem que a iluminação representa no consumo final de energia elétrica em cada caso de estudo.

Tabela 4.14 – Consumos relativos à iluminação.

Caso de estudo	% de Consumo de Iluminação
1	69%
2	49%
3	40%
4	60%
5	45%

Através da Tabela 4.14, verifica-se que a iluminação é um dos principais contribuidores para o consumo de energia elétrica e que na maior parte dos casos de estudo, a iluminação existente ainda é pouco eficiente. Assim, no capítulo 5 será avaliado o impacto da substituição da iluminação atual pela tecnologia descrita no Plano Energético.

4.5. Equipamentos de trabalho

Os principais equipamentos elétricos existentes nos gabinetes das instalações estudadas são os computadores (fixos e portáteis), as impressoras e os aparelhos de aquecimento, ventilação e ar condicionado.

Nas oficinas, os principais equipamentos são o analisador de gases para viaturas a gasolina, o elevador de 2 colunas de 2,5 toneladas, o elevador de dupla tesoura para alinhamento de direção, dois elevadores de 4 colunas, dois elevadores de 4 colunas mais ponte rolante, 6 elevadores de tesoura curta, um elevador de pneus para viaturas pesadas, um focador de faróis eletrónico, uma máquina de retificar discos de travão, máquina de carregar ar condicionado, máquina de alinhar direções, máquina de equilibrar rodas, máquina de carregar baterias, máquina de lavar carros, máquina de desmontar pneus, rail de aspiração de gases de escape, compressor, aspirador e duas linhas de pré-inspeção.

Nos edifícios existem ainda outros equipamentos como rádios, televisores, frigoríficos e micro-ondas.

A Tabela 4.15 mostra a percentagem de consumo dos equipamentos de trabalho em cada edifício.

Tabela 4.15 - Consumos relativos aos equipamentos de trabalho.

Caso de estudo	% de consumo dos equipamentos de trabalho
1	31%
2	51%
3	60%
4	40%
5	55%

Neste trabalho, os equipamentos de trabalho não serão alvo de estudo aprofundado, uma vez que não estão diretamente contemplados nas áreas de atuação do Plano Energético.

4.6. Indicadores energéticos

Para melhor caracterizar uma instalação é essencial recorrer a Indicadores Energéticos, os quais permitem relacionar o consumo de energia com os dados de produção e estabelecer comparações entre vários anos.

Podem ser calculados indicadores como a Intensidade Energética (IE), que relaciona o consumo total de energia com o valor anual bruto faturado, o Consumo Específico de Energia (CEE) que traduz a razão entre o consumo de energia e o número de reparações efetuadas na oficina e a Intensidade Carbónica (IC) que relaciona as emissões de gases com efeito de estufa em função do consumo de energia.

Na Tabela 4.16 estão calculados os indicadores anteriormente referidos para todos os casos de estudo. Estes indicadores foram calculados com base no Valor Anual Bruto (VAB) e número de reparações efetuadas em cada oficina, valores que constam do Anexo 5.

Tabela 4.16 – Indicadores energéticos por caso de estudo.

Casos de estudo	IE (kgep/€)		CEE (kgep/rep)		IC (ton CO _{2eq} /tep)	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
1	0,005	0,0043	5,19	4,95	2,22	2,20
2	0,030	0,033	26,24	27,3	2,54	2,58
3	-	0,020	-	-	-	2,36
4	-	0,002	-	0,004	-	2,19
5	0,0031	0,0027	3,43	3,79	2,19	2,19

Da análise da Tabela 4.16 é possível constatar que de um modo geral, os indicadores intensidade energética e consumo específico de energia diminuíram em 2013 comparativamente a 2012, devido ao decréscimo do número de reparações efetuadas. O indicador intensidade carbónica melhorou na maior parte dos casos de estudo, o que significou uma ligeira diminuição das emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera.

Nos casos de estudo 3 e 4 apenas são indicados os valores dos indicadores no ano de 2013 dado que o histórico de consumos disponibilizado não permite fazer comparações com o ano de 2012.

Na instalação 5, em 2013, o consumo de energia e a faturação total foi superior a 2012 no entanto foram efetuadas menos reparações. Isso significa que houve uma melhoria da intensidade energética e um agravamento do consumo específico de energia e da intensidade carbónica.

Após a caracterização de cada caso de estudo em termos de áreas de atividade, fontes de energia, consumos energéticos, iluminação existente, equipamentos de trabalho característicos e análise de indicadores energéticos, no capítulo seguinte vai ser avaliado o estado de implementação do Plano Energético em cada edifício e avaliado o real impacto da aplicação total do Plano nos consumos energéticos de cada caso de estudo.

Capítulo 5 – Análise das medidas a implementar

Neste capítulo é estudada a viabilidade da implementação de várias medidas de eficiência energética nas instalações em estudo e avaliado o impacto da aplicação do Plano Energético, descrito anteriormente, sobre os consumos energéticos dos edifícios.

Tal como referido anteriormente, o Plano Energético do Grupo Salvador Caetano prevê a atuação sobre 6 áreas distintas: organização e sensibilização, ajuste tarifário, fator de potência, iluminação, controlo, gestão e monitorização de energia e sistemas de produção de energia. De seguida, é ilustrado o ponto de situação do Plano Energético em cada edifício e desenvolvidas as restantes medidas previstas.

5.1. Medidas aplicadas

Na Tabela 5.1, é possível verificar quais das áreas de atuação previstas no Plano energético é que já foram intervencionadas em cada caso de estudo.

Tabela 5.1 – Medidas aplicadas.

	Casos de estudo				
	1	2	3	4	5
Sensibilização	x	x	x	x	x
Ajuste tarifário	✓	✓	✓	✓	✓
Iluminação	x	x	✓	✓	✓
Compensação da energia reativa	✓	✓	✓	Não aplicável ²	x
Sistemas de produção de energia	x	x	✓	x	x
Sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia	x	x	✓	x	x

Da análise da Tabela 5.2, é possível constatar que o ajuste tarifário de energia elétrica já foi efetuado em todos os casos de estudo em agosto de 2013. Esse ajuste tarifário permitiu obter as poupanças médias mensais descritas na Tabela 5.2.

² Como foi referido no subcapítulo 4.2, o caso de estudo 4 tem fornecimento de energia elétrica em regime de baixa tensão normal e como tal, a energia reativa não é alvo de faturação.

Tabela 5.2 – Impacto das medidas já aplicadas.

Caso de estudo	Redução média mensal (€)
1	- 25,00 €/mês
2	- 33,00 €/mês
3	- 46,00 €/mês
4	- 387,00 €/mês
5	- 29,95 €/mês

Relativamente à compensação da energia reativa, apenas nos casos de estudo 1, 2 e 3 é que se procedeu ao ajuste. Os detalhes das baterias de condensadores implementadas nesses casos de estudo, nomeadamente a data de implementação, o investimento inicial, a redução anual e o período de retorno, estão descritos na Tabela 5.3. No subcapítulo 5.2, será dimensionada uma bateria de condensadores para compensar a energia reativa no caso de estudo 5.

Tabela 5.3 – Investimentos, poupanças e reduções obtidas após a instalação das baterias de condensadores.

	Casos de estudo		
	1	2	3
Data de implementação	janeiro de 2014	junho de 2013	junho de 2013
Investimento inicial (€)	1 430,00 €	3 160,00€	2 215,00€
Período de retorno (anos)	1,99 anos	3,29 anos	1,64 anos
Redução anual (€)	720,00 €	961,38€	1 349,04€
Proveito a 15 anos (€)	10 800,00 €	14 420,72€	20 235,60€

No que diz respeito à iluminação, verifica-se que nos casos de estudo 1 e 2, ainda não se procedeu à substituição da tecnologia atual. No caso de estudo 3, já foi substituída parte da tecnologia existente por led's em janeiro de 2012, como foi possível constatar no subcapítulo 4.4. Nos edifícios 4 e 5 foram instalados, no início de 2014, reguladores de tensão, que atuam sobre as lâmpadas de iodetos metálicos do *stand* e de vapor de mercúrio das oficinas. Seguidamente, no subcapítulo 5.2., será avaliado o real impacto da implementação da iluminação prevista no Plano Energético nos casos de estudo 1 e 2. No caso de estudo 3, apenas será estudada a implementação do Plano Energético nas secções de pintura e escritórios, uma vez que é onde existe tecnologia de iluminação menos eficiente. Nos casos de estudo 4 e 5, será também avaliado o impacto da substituição da iluminação nas restantes zonas dos edifícios.

No que toca aos sistemas de produção de energia, já se encontra implementada uma Miniprodução no caso de estudo 3, desde janeiro de 2012 com as características da Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Características da Miniprodução do caso de estudo 3.

Potência de instalação	21,6 kW
Nº de módulos fotovoltaicos	144 módulos de 150W
Inversor	2 inversores Fronius IG Plus
Investimento inicial (€)	30 000€
Energia produzida anualmente (kWh/ano)	25 743 kWh/ano
Remuneração (€/kWh)	0,180€/kWh
Período de retorno (anos)	6,5 anos

No subcapítulo 5.2, será avaliada a viabilidade da implementação de uma miniprodução em cada um dos restantes casos de estudo.

Verificou-se ainda que relativamente aos sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia, não estão implementados em nenhum dos casos de estudo, pelo que seguidamente também será desenvolvida essa medida. No caso de estudo 3, apenas a Miniprodução está a ser continuamente monitorizada através desse sistema.

Outra das medidas previstas no Plano Energético, é a sensibilização dos colaboradores para as temáticas energéticas, área onde também ainda não houve atuação e embora não apresente poupanças mensuráveis, é uma área de atuação muito importante.

5.2. Impacto da aplicação do Plano Energético

Seguidamente são indicados os investimentos iniciais e as reduções obtidas com a implementação das restantes medidas previstas no Plano Energético.

- **Iluminação**

O impacto da substituição da iluminação atual pela tecnologia prevista no Plano Energético (descrita na Tabela 3.1) está descrito de forma detalhada nas Tabelas 5.6 a 5.10. Para os cálculos efetuados, foram considerados os preços do kWh de energia elétrica presentes na Tabela 5.5. O custo do kWh foi calculado com base na divisão entre a soma do custo de energia e de redes dos períodos de cheia, ponta, vazio normal e super vazio em função do consumo total de energia nos 4 períodos segundo a equação 6.

(Eq. 6)

$$\frac{\text{€}}{\text{kWh}} = \left(((\text{custo de energia} + \text{custo de redes SV}) * \text{consumo SV}) \right. \\ \left. + ((\text{custo de energia} + \text{custo de redes VN}) * \text{consumo VN}) \right) \\ \left. + ((\text{custo de energia} + \text{custo de redes P}) * \text{consumo P}) \right. \\ \left. + ((\text{custo de energia} + \text{custo de redes C}) \right. \\ \left. * \text{consumo C}) / (\text{consumo total de energia}) \right)$$

Tabela 5.5 – Custo do kWh de energia elétrica.

Caso de estudo	€/kWh
1	0,087
2	0,092
3	0,088
4	0,140
5	0,087

A eficiência energética faz parte da equipa de manutenção, isto significa que, quando uma lâmpada avaria, troca-se essa lâmpada por uma nova mais eficiente, ou seja pela que está prevista no Plano Energético. Sendo assim não há investimento inicial mas sim um sobrecusto associado à substituição, ou seja um custo de manutenção.

Na Tabela 5.6, estão demonstrados o investimento inicial, reduções esperadas e tempo de retorno estimado com a atuação na iluminação no caso de estudo 1. O período de retorno foi calculado segundo a Equação 7.

(Eq. 7)

$$\text{Período de retorno (anos)} = \text{Investimento inicial (€)} / (\text{Redução de consumos (kWh/ano)} * \text{custo do kWh de energia elétrica (€/kWh)})$$

Tabela 5.6 – Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 1.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Consumos (kWh/ano)	Investimento (€)	% de Redução	Período de retorno (anos)
Gabinete 1	ECO T8	16	21	212,99	16,48 €	11%	7,08
Gabinete 2	ECO T8	16	20,8	346,11	16,48 €	11%	4,36
Gabinete 3	ECO T8	16	20,8	129,79	16,48 €	11%	11,62
Cantina	ECO T8	16	20,8	355,68	78,28 €	11%	20,15
Oficina	Regulador de Tensão ³	175	228	8044,40	840,76 €	30%	2,79
	ECO T8	32	41,6	2768,90	48,64 €	11%	1,61
Stand	Regulador de Tensão	137	177	19488,27	1305,65 €	30%	2,79
Serviços Rápidos	Regulador de Tensão	175	227,5	1419,60	148,37 €	30%	2,33
Exterior	Led	84	92,4	504,50	1465,00 €	72%	13,20
Receção	ECO T8	51	66,3	4412,93	63,36 €	12%	1,20
Gabinete 4	ECO T8	51	66,3	275,81	3,96 €	12%	1,20
Peças	ECO T8	16	20,8	2941,95	70,04 €	11%	2,18
Usados	ECO T8	32	41,6	830,67	12,16 €	11%	1,34
Administração	ECO T8	51	66,3	4137,12	59,40 €	12%	1,20
Gabinetes 5	ECO T8	51	66,3	2482,27	35,64 €	12%	1,20
Lavagem	Regulador de Tensão	175	227,5	2366,00	247,28 €	30%	2,79
	ECO T8	51	66,3	2482,27	35,64 €	12%	1,20
WC escritórios	ECO T8	16	20,8	13,52	5,15 €	11%	34,87
Balneários	ECO T8	51	66,3	51,71	11,88 €	12%	19,15

Da análise da Tabela 5.6, verifica-se que a substituição da iluminação é viável na maior parte dos locais do edifício 1, uma vez que é cumprido um dos principais requisitos do Plano Energético, ou seja, tempo de retorno inferior a 3 anos. No entanto, em alguns gabinetes de trabalho, cantina, balneários e exterior, este requisito não é verificado pelo que é recomendada a substituição progressiva e não prioritária nestes locais, dado que apresentam menores tempos de funcionamento.

Na Tabela 5.7, são descritos os resultados obtidos com a atuação na iluminação no caso de estudo 2.

³ Os Reguladores de Tensão devem apresentar as características do Regulador D20, apresentado na tabela 3.5.

Tabela 5.7 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 2.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Consumos (kWh/ano)	Investimento (€)	% de Redução	Período de retorno (anos)
Receção	ECO T5	50	65	2433,60	11,88 €	7%	0,66
Gabinete 1	ECO T5	50	65	270,40	1,32 €	7%	0,66
Gabinete 2	ECO T5	50	65	270,40	2,64 €	7%	1,33
Zona de receção	Regulador de Tensão	175	227,5	1419,60	148,37 €	30%	2,65
Zona de montagem	Regulador de Tensão	175	227,5	1419,60	148,37 €	30%	2,65
	ECO T8	51	66,3	275,81	3,96 €	12%	1,14
Chaparia	Regulador de Tensão	175	227,5	7098,00	741,85 €	30%	2,65
	ECO T8	51	66,3	1930,66	27,72 €	12%	1,14
	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	1,14
Armazém 1	ECO T8	51	66,3	275,81	3,96 €	12%	1,14
Pintura	Regulador de Tensão	175	227,5	2839,20	296,74 €	30%	2,65
Baia 1	ECO T8	32	41,6	519,17	9,12 €	11%	1,53
Baia 2	ECO T8	32	41,6	2595,84	45,60 €	11%	1,53
Baia 3	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Baia 4	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Baia 5	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Baia 6	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Baia 7	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Baia 8	ECO T8	32	41,6	1384,45	24,32 €	11%	1,53
Estufa 1	ECO T8	32	41,6	2595,84	45,60 €	11%	1,53
	ECO T8	32	41,6	1557,50	27,36 €	11%	1,53
Estufa 2	ECO T8	32	41,6	2595,84	45,60 €	11%	1,53
	ECO T8	32	41,6	1557,50	27,36 €	11%	1,53
Estação de serviço	Regulador de Tensão	175	227,5	1419,60	148,37 €	30%	2,65
	ECO T8	51	66,3	1103,23	15,84 €	12%	1,14
Estação de lavagem	ECO T8	51	66,3	1930,66	27,72 €	12%	1,14
	ECO T8	51	66,3	137,90	1,98 €	12%	1,14
Balneários	ECO T8	32	41,6	86,53	12,16 €	11%	12,23
Gabinete 3	ECO T8	16	20,8	346,11	8,24 €	11%	2,07
Gabinete 4	ECO T8	16	20,8	346,11	12,16 €	11%	3,06
Armazém 2	ECO T8	32	41,6	173,06	3,04 €	11%	1,53
Exterior	Led	84	92,4	360,36	1465,00 €	61%	28,87

Da análise da Tabela 5.7, verifica-se que os períodos de retorno da substituição da iluminação satisfazem o critério previsto, exceto nos balneários e exterior, zonas nas quais a substituição deve ser analisada mais detalhadamente.

Na Tabela 5.8, são apresentados os resultados obtidos no caso de estudo 3, nas zonas de escritórios e pintura. Neste caso de estudo apenas são estudadas estas duas zonas, uma vez que,

como foi possível constatar anteriormente, grande parte do edifício já dispõe de tecnologia led. Como tal, é prioridade da administração local substituir as lâmpadas atuais da zona dos escritórios e da pintura, pois são os locais que apresentam tecnologia menos eficiente. A zona de exposição de automóveis, não será alvo de estudo, pois irá sofrer uma reestruturação do layout brevemente.

Tabela 5.8 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 3.

Local	Tipo de Lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência lâmpada e balastro (W)	Consumo (kWh/ano)	Investimento (€)	% de Redução	Período de retorno (anos)
Gabinete 1	ECO T8	51	66,3	509,18	7,92 €	12%	1,30
Gabinete 2	ECO T8	51	66,3	254,59	7,92 €	12%	2,61
Gabinete 3	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	1,20
Gabinete 4	ECO T8	51	66,3	2482,27	35,64 €	12%	1,20
Gabinete 5	ECO T8	51	66,3	1018,37	15,84 €	12%	1,30
Pintura	Regulador de Tensão	175	227,5	946,40	98,91 €	30%	2,80
Preparação	ECO T8	32	41,6	4153,34	72,96 €	11%	1,62
Estufa 1	ECO T8	32	41,6	3461,12	60,80 €	11%	1,62
Estufa 2	ECO T8	32	41,6	2768,90	48,64 €	11%	1,62
Anexo	ECO T8	32	41,6	692,22	12,16 €	11%	1,62

Da análise da Tabela 5.8, verifica-se que a implementação do Plano Energético, permitirá obter poupanças na ordem dos 11 a 12%, os períodos de retorno rondam os 2 a 3 anos, tal como previsto no Plano Energético e os investimentos iniciais não são muito elevados.

Na Tabela 5.9, são apresentados os resultados obtidos para o estudo efetuado para o caso de estudo 4.

Tabela 5.9 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 4.

Local	Tipo de lâmpada	Potência da lâmpada (W)	Potência da lâmpada e balastro (W)	Consumo total (kWh/ano)	Investimento inicial (€)	% de Redução	Período de retorno (anos)
Gabinete 2	ECO T8	51	66,3	1103,23	15,84 €	12%	0,75
Gabinete 3	ECO T8	51	66,3	254,59	7,92 €	12%	1,62
Peças	ECO T8	16	20,8	692,22	16,48 €	11%	1,36
Estação de lavagem	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	0,75
	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	0,75
Receção direta	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	0,75
Oficina	ECO T8	51	66,3	551,62	7,92 €	12%	0,75
Exterior	Led	84	92,4	432,43	1758,00 €	72%	11,54

A análise da Tabela 5.9, permite concluir que é viável a implementação do Plano Energético nos locais definidos, exceto no exterior cujo período de retorno é elevado e irá implicar a análise detalhada das vantagens da substituição.

Na Tabela 5.10, estão descritos os investimentos iniciais, reduções esperadas e tempo de retorno estimado com a atuação na iluminação no caso de estudo 5.

Tabela 5.10 - Consumos de iluminação após o Plano Energético no caso de estudo 5.

Local	Tipo de lâmpada	Potência lâmpada (W)	Potência da lâmpada e balastro (W)	Consumo total (kWh/ano)	Investimento inicial (€)	% de Redução	Período de retorno (anos)
Gabinete 6	ECO T8	32	41,6	173,06	3,04 €	11%	1,62
Gabinete 7	ECO T8	32	41,6	259,58	4,56 €	11%	1,62
Gabinete 8	ECO T8	32	41,6	173,06	3,04 €	11%	1,62
Peças	ECO T8	16	20,8	1730,56	41,20 €	11%	2,19
Oficina	ECO T8	51	66,3	2758,08	21,98 €	12%	0,67
Oficina 2	R. de Tensão	175	227,5	1419,60	148,37€	30%	2,80
	ECO T8	51	66,3	1654,85	23,76 €	12%	1,20
Stand 1	ECO T8	32	41,6	259,58	4,56 €	11%	1,62
Stand 2	R. de Tensão	105	136,5	8517,60	317,58€	30%	2,80
Sala de espera	ECO T5	50	65	405,60	1,98 €	7%	0,70
Receção	ECO T5	50	65	540,80	2,64 €	7%	0,70
Lavagem 1	ECO T8	51	66,3	1379,04	19,80 €	12%	1,20
Lavagem 2	ECO T8	51	66,3	1103,23	15,84 €	12%	1,20
Usados	ECO T8	51	66,3	275,81	3,96 €	12%	1,20
Exterior	Led	84	92,4	240,24	1465,00 €	72%	27,84

Da análise da Tabela 5.10, verifica-se que é viável a substituição da iluminação em todos os locais exceto no exterior, em que o período de retorno estimado inviabiliza a troca nesse local.

A Tabela 5.11, apresenta os investimentos, reduções esperadas, poupanças anuais estimadas e períodos médios de retorno por caso de estudo, no que diz respeito à iluminação.

Tabela 5.11 – Impacto da substituição da iluminação.

Caso de estudo	Investimento inicial (€)	Redução (kWh)	Redução (%)	Poupança anual (€)	Período de retorno médio (anos)
1	4480,66€	16429,81	18%	1435,65€	3,1
2	3451,64€	10462,40	19%	931,38€	3,6
3	384,55€	2602,50	4%	226,42€	1,7
4	1877,44€	2118,58	7%	296,60€	6,3
5	2649,58€	6248,01	13%	543,58€	4,9

Verifica-se que a instalação 1 é aquela que apresenta um maior investimento inicial uma vez que é também a instalação com maior número de lâmpadas e onde ainda não se procedeu à implementação de nenhuma melhoria nesse sentido. A redução média anual prevista é de 18%, a poupança anual na ordem dos 1400€ e o período de retorno médio da substituição de toda a iluminação é de 3 anos.

No caso de estudo 2, o investimento inicial é ligeiramente inferior ao caso anterior, dado que a instalação também é menor. A redução anual esperada é de 19%, ou seja 931,38€ e o período de retorno médio é de 3,6 anos.

No caso de estudo 3, o investimento inicial e as poupanças obtidas são reduzidas dado que apenas foram consideradas duas zonas da instalação. A redução anual esperada é de 4%, cerca de 230€ e o período de retorno médio esperado de 1,7 anos.

No edifício 4 o investimento inicial também é significativamente inferior aos restantes edifícios. No entanto é de notar que este edifício é o que apresenta menor área e como tal menor número de lâmpadas. Para além disso, já foram implementados Reguladores de Tensão na oficina e *stand* que permitiram a redução dos consumos. A redução anual esperada é de 7%, cerca de 300€ e o período de retorno médio esperado de 6,3 anos.

No caso de estudo 5, a redução anual esperada é de 13%, cerca de 540€/ano e o período de retorno médio esperado de 4,9 anos.

- **Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia**

Relativamente ao Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia foi tido em consideração o Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético do Grupo Salvador

Caetano, o qual especifica as características a que devem obedecer os contadores parciais de energia elétrica instalados, bem como as características do sistema central de controlo e monitorização de dados e respetivas ligações.

Os sistemas implementados devem permitir conhecer e monitorizar com detalhe os principais consumos de cada secção. Assim são definidas como áreas prioritárias que devem ter um sistema de monitorização de energia as seguintes secções: secção de exposição automóvel, escritórios, oficina, estação de lavagem, zona de pintura e cantina.

Os contadores de energia podem ser monofásicos ou trifásicos consoante a instalação em questão e devem ser dotados de um protocolo de comunicação em *ModBus* e com sinal de saída a relé.

Nestes 5 casos específicos os contadores são trifásicos e na Tabela 5.12 estão definidos os investimentos iniciais associados à implementação dos contadores, cabos elétricos, autómatos e outros constituintes essenciais à implementação do Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia em cada edifício.

Tabela 5.12 – Investimentos associados ao Sistema de Controlo, Gestão e Monitorização de Energia.

Caso de estudo	Investimento inicial (€)
1	6 750 €
2	6 500 €
3	7 250 €
4	6 250 €
5	6 750 €

A implementação do sistema de controlo, gestão e monitorização de energia nos 5 edifícios em estudo, constituirá uma mais-valia, dado que desta forma, poderão ser controlados os consumos energéticos de cada secção, identificar consumos anómalos e eventuais oportunidades de racionalização energética. Os investimentos iniciais variam entre os 6250€ e os 7250€, conforme a área da instalação e as zonas definidas no Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético, descrito no subcapítulo 3.5.

- **Compensação da energia reativa**

No que diz respeito à correção do fator de potência verificou-se que, tal como descrito anteriormente, no caso de estudo 5 ainda não se efetuou essa correção. Com base no histórico

anual de consumos de energia ativa e reativa (Tabela 5.13) foi estudada a implementação de uma bateria de condensadores de acordo com as Equações descritas no subcapítulo 2.4.3. Os cálculos efetuados estão descritos na Tabela 5.14.

Tabela 5.13 – Energia ativa e reativa do caso de estudo 5.

Meses	Energia consumida em Ponta (kWh)	Energia consumida em Cheia (kWh)	Energia reativa consumida no 3º escalão (kVAr)	Energia consumida fora do vazio
janeiro	2715,44	6364,00	283,44	4823,16
fevereiro	1541,89	3478,42	78,79	2588,95
março	2019,06	4274,84	283,03	3429,98
abril	1309,48	4346,35	307,18	3135,10
maio	1322,18	4150,93	194,44	2931,00
junho	1379,18	4564,95	629,22	3601,29
julho	1378,19	4756,56	483,64	3551,02
agosto	1416,17	4717,47	564,02	3630,84
setembro	1427,23	5000,34	530,92	3744,71
outubro	1466,26	4842,65	1331,22	4485,68
novembro	2158,53	5194,20	1053,85	4730,22
dezembro	2377,13	5261,24	996,88	4816,07

Tabela 5.14 – Cálculos efetuados para o dimensionamento da bateria de condensadores.

Meses	$\tan \phi 1$	$\phi 1$ (°C)	Q1	$\phi 2$ (°C)	$\tan \phi 2$	Q2	Qc
janeiro	0,53	27,98	61,75	17,00	0,31	35,54	26,21
fevereiro	0,52	27,28	59,95	17,00	0,31	34,85	25,09
março	0,54	28,59	63,35	17,00	0,31	34,85	28,50
abril	0,55	29,00	64,44	17,00	0,31	34,85	29,58
maio	0,54	28,17	62,25	17,00	0,31	34,85	27,40
junho	0,61	31,21	70,43	17,00	0,31	34,85	35,58
julho	0,58	30,06	67,29	17,00	0,31	34,85	32,44
agosto	0,59	30,62	68,81	17,00	0,31	34,85	33,96
setembro	0,58	30,23	67,73	17,00	0,31	34,85	32,87
outubro	0,71	35,41	82,65	17,00	0,31	34,85	47,80
novembro	0,64	32,75	74,79	17,00	0,31	34,85	39,93
dezembro	0,63	32,23	73,30	17,00	0,31	34,85	38,44

A bateria de condensadores deverá ter uma potência de 50 kVAr e o investimento inicial, poupança e período de retorno estão descritos na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Orçamento da bateria de condensadores a instalar no caso de estudo 5.

Fonte: (Schneider electric, 2014).

Marca	Varset
Potência	50 kVAr
Investimento inicial (€)	2630,97 €
Redução média anual (€)	627,61 €
Período de retorno (anos)	4,19 anos

Através da análise da Tabela 5.15, verifica-se que, embora a instalação de uma bateria de condensadores, não cumpra um dos principais requisitos previstos no Plano Energético, ou seja, período de retorno inferior a 3 anos, será uma mais-valia a sua implementação, para evitar custos desnecessários com a energia reativa e permitirá uma poupança média anual na ordem dos 600€.

- **Sistemas de produção de energia**

Relativamente aos Sistemas de Produção de Energia, no caso de estudo 3 foi instalada uma Miniprodução com uma capacidade de 20 kW em janeiro de 2012. Foram implementados 144 módulos fotovoltaicos amorfos da marca Nex Power, com uma potência unitária de 150 W/módulo, com dois inversores de 10 kW cada da marca Fronius IG Plus. Em 2013, foram injetados na rede 25743 kWh, com uma radiação solar média mensal de 155,42 kWh/m² sendo a remuneração anual de 4633,74 €.

Com base nas mesmas características e recorrendo ao *software* de simulação RetScreen, estão definidas na Tabela 5.16, a potência necessária instalar, número de módulos, energia estimada de injeção na rede, investimento inicial estimado e o período de retorno associado para a implementação de uma Miniprodução nos restantes edifícios estudados.

Tabela 5.16 – Características da Miniprodução.

Caso de estudo	Potência instalada (kW)	Injeção na rede (kWh)	Nº de módulos fotovoltaicos	Remuneração (€/kWh)	Investimento inicial (€)	Período de retorno (anos)
1	12	14 756	83	0,106	17 000 €	10,9
2	13	16 304	87	0,106	18 125 €	10,5
3	20	25 743	144	0,180	30 000 €	6,5
4	6	7 602	40	0,106	8 000 €	9,9
5	13	16 304	87	0,106	18 125 €	10,5

Na Tabela 5.17 encontram-se descritas as principais características essenciais à simulação da viabilidade de implementação de uma Minigeração em cada um dos casos de estudo, no *software* de simulação *RetScreen*.

Tabela 5.17 – Características do dimensionamento da Miniprodução.

Características da Miniprodução	Casos de estudo			
	1	2	4	5
Tipo de projeto	Produção de eletricidade			
Tecnologia	Fotovoltaica			
Tipo de rede	Rede central			
Dados climáticos	Coimbra			
Sistema de posicionamento solar	Fixo			
Tipo de módulo fotovoltaico	Amorfo			
Potência de pico (W/módulo)	145	145	145	145
Eficiência dos módulos (%)	80	80	80	80
Área dos módulos (m2)	147	160	75	160
Perdas (%)	5	5	5	5
Capacidade do inversor (kW)	12	13	10	13
Eficiência (%)	80	80	80	80
Perdas (%)	5	5	5	5

Ao investimento inicial da instalação de todo o equipamento, acrescem os custos das taxas referidas no capítulo 2.4.4.

As Figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5 mostram o período de retorno, em anos, da implementação de Miniprodução nos casos de estudo 1, 2, 3, 4 e 5 respetivamente. Estes resultados foram obtidos através da simulação das condições de funcionamento, anteriormente descritas, no *software* de simulação *RetScreen*.

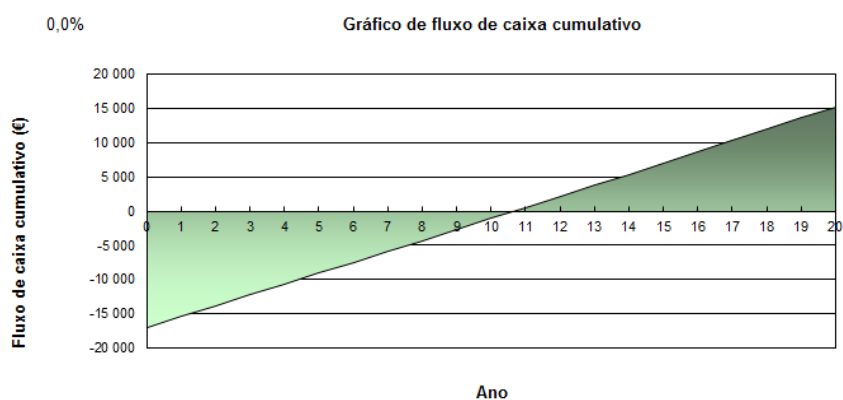


Figura 5.1 – Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 1.

Fonte: RetScreen.

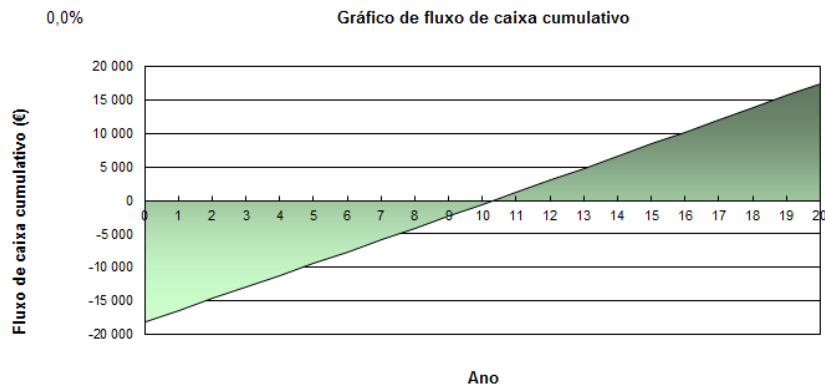


Figura 5.2 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 2.
Fonte: RetScreen.

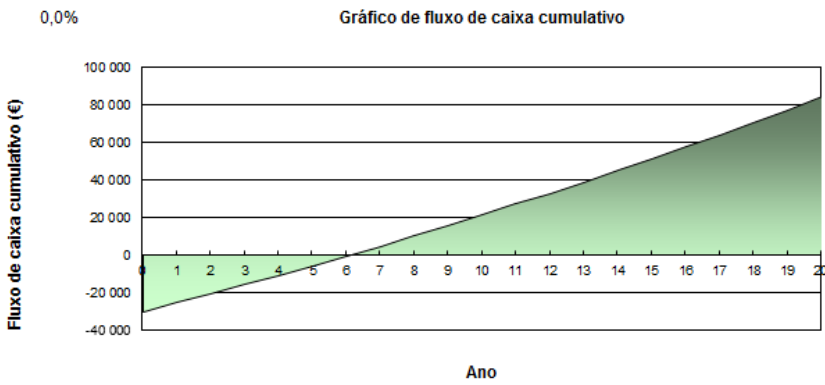


Figura 5.3 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 3.
Fonte: RetScreen.

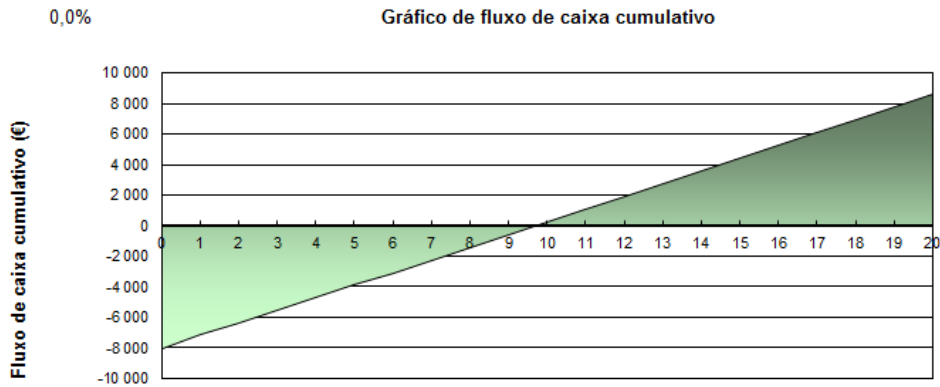


Figura 5.4 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 4.
Fonte: RetScreen.

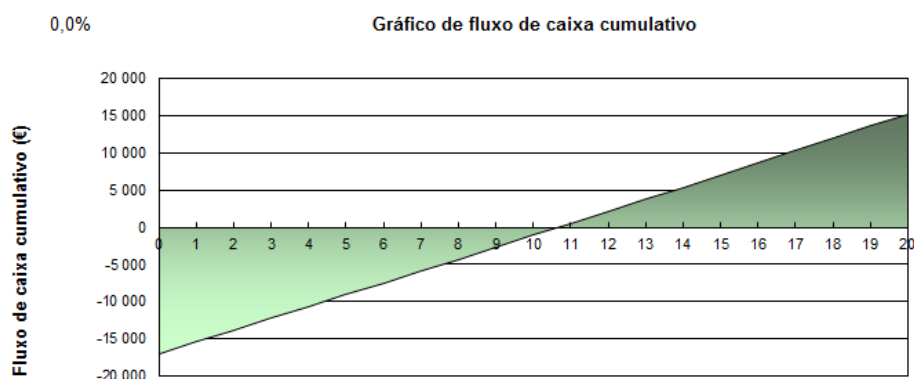


Figura 5.5 - Período de retorno da aplicação da Miniprodução no caso de estudo 5.

Fonte: RetScreen.

Através da análise da Tabela 5.15, verifica-se que a implementação da miniprodução não satisfaz um dos critérios essenciais do Plano Energético, o período de retorno. Os elevados períodos de retorno associados demonstram que neste momento a implementação da miniprodução não apresenta a mesma viabilidade que apresentava no caso de estudo 3. E como tal, a sua implementação deverá ser estudada de uma forma mais aprofundada para verificar a real necessidade de implementação deste sistema.

- **Resultados finais**

Após o desenvolvimento das medidas previstas no Plano Energético e do estado de aplicação de cada uma delas em cada caso de estudo, a Tabela 5.18 mostra os investimentos totais e as reduções anuais esperadas, no consumo de energia elétrica após a intervenção nas áreas descritas.

Tabela 5.18 – Investimentos e reduções totais.

Caso de estudo	Investimento total (€)	Redução anual (€)	% Redução
1	29 660,66 €	4 019,79 €	- 26%
2	31 236,64 €	4 956,64 €	- 24%
3	39 849,55 €	6 766,00 €	- 24%
4	16 127,44 €	5 747,61 €	- 55%
5	30 155,55 €	3 258,81 €	- 18%

A implementação total do Plano Energético rondará os 30000€ na maior parte dos casos de estudo, exceto no caso de estudo 4, que por ser uma instalação de menores dimensões, irá

apresentar um investimento total inferior. A redução na fatura energética será de aproximadamente 20 a 25% nos casos de estudo 1, 2, 3 e 5 e o caso de estudo 4 irá apresentar maiores poupanças, devido ao ajuste tarifário efetuado. Será uma mais valia atuar só em certas áreas previstas no Plano Energético, como a iluminação, compensação da energia reativa e sistemas de controlo, gestão e monitorização de energia. A instalação de sistemas de produção de energia, não é tão viável como foi aquando da instalação no caso de estudo 3.

Capítulo 6 – Conclusões

A criação de documentos energéticos no Grupo Salvador Caetano, onde se incluem as principais áreas e medidas de eficiência energética que devem ser implementadas, são essenciais para melhorar o desempenho energético de qualquer uma das instalações do Grupo distribuídas pelo país.

O Plano Energético elaborado em 2012 constituiu o primeiro documento oficial energético no Grupo Salvador Caetano. Devido às inúmeras instalações do Grupo ao longo do país, neste relatório foi possível verificar que, na área geográfica de Aveiro, a implementação do Plano ainda está muito aquém do que seria de esperar.

Com este trabalho pretendeu-se, mostrar de forma clara, os investimentos iniciais, poupanças estimadas, reduções de consumo esperadas e períodos de retorno estimados para cada uma das medidas de eficiência energética prevista no Plano Energético do Grupo Salvador Caetano. Este desenvolvimento das medidas, pretende auxiliar cada caso de estudo na tomada de decisão de implementação das várias medidas e identificar quais as medidas prioritárias e quais aquelas que a curto prazo não apresentam grande interesse de aplicação.

A realização deste estágio contribuiu para colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos e desenvolver novos conhecimentos. Permitiu ainda ter conhecimento de várias realidades distintas em cada edifício estudado bem como as limitações por vezes encontradas para a implementação de medidas de eficiência energética.

É de salientar que apesar da criação do Plano Energético pelo Grupo Salvador Caetano, cabe à administração local de cada edifício a decisão da implementação das medidas definidas, fator que contribui, na maior parte das vezes, para que o Plano Energético não seja aplicado tão depressa quanto o expectável.

Relativamente às medidas de eficiência energética previstas, verificou-se que o edifício 3 é o único dos edifícios estudados, onde já se procedeu à atuação sobre a maior parte das áreas descritas (compensação de energia reativa, ajuste tarifário, implementação de tecnologia led nas oficinas e instalação de uma miniprodução). Nos edifícios 1 e 2, apenas se procedeu ao ajuste tarifário e à compensação de energia reativa. Nos casos de estudo 4 e 5 apenas se efetuou o ajuste tarifário e foram instalados reguladores de tensão que atuam sobre a oficina e secção de exposição automóvel.

Nessas instalações, os principais problemas estão relacionados com a existência de tecnologias de iluminação pouco eficientes, elevado consumo de energia por parte de alguns equipamentos de trabalho, falta de contadores parciais de energia elétrica e pouca sensibilização ao nível energético.

A substituição da tecnologia de iluminação atual pela descrita no Plano Energético constituirá uma mais-valia e permitirá uma redução dos consumos relativos associados a essa parcela. A sensibilização e formação dos colaboradores serão fundamentais para alertar para a necessidade de eliminar o *standby* fora dos períodos de funcionamento dos equipamentos de trabalho, optando por desligá-los. A atuação sobre as outras áreas descritas no Plano Energético permitirá reduzir ainda mais o consumo de energia elétrica, controlar os consumos diários e detetar possíveis anomalias e consequentemente, os custos associados.

6.1. Limitações e perspectivas de desenvolvimento futuro

As principais limitações encontradas no desenvolvimento do trabalho nas 5 instalações em estudo prenderam-se com a pouca sensibilização energética dos colaboradores, com a impossibilidade de medição de certos parâmetros, nomeadamente o consumo exato das lâmpadas de cada instalação. Os cálculos efetuados têm por base estimativas dos tempos de funcionamento e não retratam a realidade do edifício. Relativamente à instalação de reguladores de tensão, não foi possível comprovar a poupança efetiva depois da instalação destes equipamentos nos casos de estudo 4 e 5. Como tal, para a simulação da instalação nos casos de estudo 1 e 2, foi assumida uma poupança média de 30% nos consumos energéticos. Para além disso, os elevados investimentos iniciais associados à implementação das medidas anteriormente referidas são, muitas vezes, um entrave para a administração local aplicar essas mesmas medidas.

Futuramente será interessante a colocação de analisadores de energia que validem os cálculos efetuados bem como a atuação sobre a iluminação, a instalação de contadores parciais de energia elétrica e aplicação do sistema de controlo, gestão e monitorização de energia. No caso de estudo 5, a instalação de uma bateria de condensadores será essencial para compensar o fator de potência e diminuir os encargos de energia reativa.

O Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético prevê o cálculo de vários indicadores energéticos, os quais não foram possíveis calcular, dado que não existem contadores

parciais de energia elétrica nas várias secções de cada edifício estudado. A instalação destes contadores, será uma mais-valia para efetuar esses cálculos e controlar de forma mais eficaz a evolução dos consumos nessas secções.

A implementação de uma miniprodução nos casos de estudo, apresenta um elevado período de retorno, o que poderá implicar a inviabilização da implementação. Com a nova legislação relativa ao autoconsumo, será interessante efetuar uma análise detalhada a este decreto-lei e verificar se essa solução é mais vantajosa do que a instalação da miniprodução.

A elaboração e aplicação de um Plano de Sensibilização Energético, com aplicação prática de ações de sensibilização aos vários colaboradores será essencial para promover melhores práticas energéticas nos vários edifícios.

No caso de estudo 2 será também interessante avaliar a viabilidade da substituição do gasóleo de aquecimento das estufas de pintura por propano a granel ou gás natural.

A visita a outras instalações do Grupo, permitiu verificar a existência de um projeto piloto de armazenamento e aproveitamento da água da chuva nas estações de lavagem automóvel bem como o tratamento da água usada nesse processo através de tratamentos de coagulação-floculação com reaproveitamento no processo. Futuramente, será também interessante avaliar a possibilidade de estender esse projeto a mais instalações, nomeadamente aos 5 casos de estudo.

Referências bibliográficas

- (Adene, 2004) Adene. (2004). Cursos de utilização racional de energia, Eficiência energética na indústria. Gaia: Adene.
- (Adene, 2011) Adene. (janeiro de 2011). Eficiência energética na iluminação pública. Obtido em 23 de setembro de 2014, de Adene: http://www.adene.pt/sites/default/files/2-eficienciaenergetica_iluminacao.pdf
- (Almeida, *et al.*, 2007) Almeida, A. T., Gomes, Á., Patrão, C., Ferreira, F., Marques, L., & Fonseca, P. (2007). Manual Técnico de Gestão de Energia. Coimbra: ISR – Universidade de Coimbra e MVV Consulting GmbH.
- (Ambiente, 2013) Ambiente, A. P. (2013). Relatório do Estado do Ambiente 2013. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
- (APICER, 2012) APICER. (2012). Manual de boas práticas na utilização racional de energia e energias renováveis.
- (Barbosa, 2011) Barbosa, R. P. (2011). Sistema de supervisão e controlo de unidade de produção de energia eólica - Dissertação provisória de mestrado. Porto: FEUP.
- (CCEnergia, 2013) CCEnergia. (2013). Serviços ambiente Ccambiente ISO 50001. Obtido em 2 de outubro de 2014, de Ccenergia Engenharia de Soluções Energéticas: <http://www.ccenergia.com/pdf/ISO50001.pdf>
- (Celesc Distribuição S.A., 2014) Celesc Distribuição S.A. (2014). Fator de Potência e Fator de Carga. Obtido em 10 de outubro de 2014, de Celesc Distribuição S.A.: http://portal.celesc.com.br/portal/grandesclientes/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=220
- (Comissão das comunidades europeias, 2006) Comissão das comunidades europeias. (2006). Plano de Ação para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial. Bruxelas: Comissão das comunidades europeias.
- (Comissão de Estudo Especial de Gestão de Energia, 2011) Comissão de Estudo Especial de Gestão de Energia. (3 de setembro de 2011). Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso. Obtido em 5 de outubro de 2014, de Fórum de manutenção industrial, Comunidade de Técnicos de Manutenção: <http://forumanutencaoindustrial.ning.com/forum/topics/iso-50001-2011-sistemas-de-gest-o-energ-tica>

- (Committeon natural resources, 2013) Committeon natural resources. (23 de maio de 2011). The importance of critical minerals in our everyday lives. Obtido em 1 de outubro de 2014, de Committeon natural resources:
<http://naturalresources.house.gov/news/documentsingle.aspx?DocumentID=242499>
- (DDF, 2013) DDF . (2013). Luminárias embutidas. Obtido em 1 de outubro de 2014, de DDF:
<http://www.decorardivisoriaseforros.com.br/produtos-e-servicos/outros>
- (DecorWatts, 2013) DecorWatts . (2013). Lâmpada Vapor Sódio Tubular E40 150W. Obtido em 2 de outubro de 2014, de DecorWatts Materiais elétricos:
<http://www.decorwatts.com.br/lampada-vapor-sodio-tubular-150.php>
- (DecorWatts, 2013) DecorWatts. (2013). Lâmpada Vapor Metálico Ovóide E40 250W. Obtido em 6 de outubro de 2014, de DecorWatts Materalis elétricos:
<http://www.decorwatts.com.br/lampada-vapor-metalico-ovoide-250.php>
- Decreto-Lei nº 34/2011 de 8 de março. Diário da República, 1.ª série - N.º 47. Ministério da economia, da inovação e do desenvolvimento. Lisboa.
- Decreto-lei nº 153/2014 de 20 de outubro. Diário da República, 1.ª série - N.º 2020. Ministério do ambiente, ordenamento do território e energia.
- Despacho nº 17449/2008 de 27 de junho. Diário da República, 2.ª série - N.º 123. Direcção-Geral de Energia e Geologia. Lisboa.
- Despacho nº 7253/2010 de 26 de abril. Diário da República, 2.ª série - N.º 80. Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. Lisboa.
- (Direção Geral de Energia e Geologia, 2012) Direção Geral de Energia e Geologia. (2012). Linhas de orientação para a revisão dos Planos Nacionais de Ação para as Energias Renováveis e para a Eficiência Energética. Lisboa: Direção Geral de Energia e Geologia, Ministério da Economia e do Emprego. Governo de Portugal.
- (Direct Industry, 2013) Direct Industry. (2013). HMI Software Movicon 11. Obtido em 5 de outubro de 2014, de Direct Industry: http://www.directindustry.de/prod/sutron/hmi-software-20398-832699.html#product-item_832701
- (EDP, 2009) EDP. (2009). Explicação da fatura de Média Tensão. Obtido em 13 de outubro de 2014, de EDP:
<http://www.edp.pt/pt/negocios/apoioaocliente/Pages/ExplicacaoDaFaturaMT.aspx>
- (EDP, 2013) EDP. (2013). Soluções de eficiência PME Iluminação eficiente. Obtido em 1 de outubro de 2014, de EDP Comercial:
https://energia.edp.pt/pdf/pme/IluminacaoEficiente_EDP_PME.pdf
- (EDP Distribuição, 2011) EDP Distribuição. (2011). Manual de ligações à rede elétrica de serviços públicos - Guia técnico e logístico de boas práticas, 3ª edição. Coimbra: EDP Distribuição.

- (Efacec, 2013) Efacec. (2013). Microgeração. Obtido em 13 de outubro de 2014, de Efacec: http://www.efacec.pt/presentationlayer/efacec_produto_01.aspx?idioma=2&idProduto=245
- (ENP, 2011) ENP. (2011). Sistema de Gestão de Energia do Grupo Salvador Caetano. Vila Nova de Gaia.
- (ENP, 2012) ENP. (2012). Plano Energético 2012/2013 do Grupo Salvador Caetano. Vila Nova de Gaia.
- (ENP, 2013) ENP. (2013). ENP - Energias Renováveis de Portugal. Obtido em 6 de março de 2014, de ENP - Energias Renováveis de Portugal: <http://www.enp-energias.pt>
- (ENP, 2013) ENP. (2013). Plano de Medição e Verificação do Desempenho Energético. Vila Nova de Gaia.
- (ENP, 2013) ENP. (2013). Regulador de Tensão - Fluoresave. Obtido em 15 de fevereiro de 2014, de ENP - Energias Renováveis de Portugal: http://www.enp-energias.pt/wps/wcm/connect/gscgeneral/162a5a55-51ad-496a-a730-5480d3b9fbb7/Fluoresave_Brochura_PT.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=162a5a55-51ad-496a-a730-5480d3b9fbb7=0d70551f-5123-4c73-802a-5c5dc05e0195
- (ENP, 2013) ENP. (2013). Sistema de Controlo e Gestão de Energia - SCGE. Obtido em 20 de fevereiro de 2014, de ENP - Energias Renováveis de Portugal: <http://www.enp-energias.pt/wps/wcm/connect/gscgeneral/ed935f70-c91b-4485-96b6-fedcc53dbdf5/ENP-SCGE.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ed935f70-c91b-4485-96b6-fedcc53dbdf5>
- (ERSE, 2009) ERSE. (2009). Ciclo diário para fornecimentos em BTE e BTN em Portugal Continental. Obtido em 5 de outubro de 2014, de ERSE: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiariorfornecBTEBTNpt.aspx?master=ErsePrint.master>
- (ERSE, 2009) ERSE. (2009). Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental. Obtido em 5 de outubro de 2014, de ERSE: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CicloSemanalTodosFornecPtCont.aspx>
- (Fluoresave, 2013) Fluoresave. (2013). Information on CE declaration of conformity . Obtido em 10 de setembro de 2014, de Fluoresave, A responsible use of power: http://www.fluoresave.eu/en/normy_i_referencje.php
- (Fluoresave, 2013) Fluoresave. (2013). The Intelligent use of Power Fluoresave. Obtido em 10 de setembro de 2014, de Fluoresave: <http://www.fluoresave.involection.com/>
- (Frimague, 2014) Frimague. (2014). Microgeração - Painéis Solares Fotovoltaicos. Obtido em 10 de outubro de 2014, de Frimague: <http://www.frimague.pt/?pID=11>

- (Galp energia, 2010) Galp energia. (2010). Fatura de gás natural. Obtido em 13 de outubro de 2014, de Galp energia:
<http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/GasNatural/Mercado-Regulado/Facturacao/Paginas/FacturaGasNatural.aspx>
- (Greenled, 2014) Greenled. (2014). Led. Obtido em 1 de outubro de 2014, de Greenled:
<http://www.ledlightwave.com/led-high-bay-light/369851.html>
- (Grupo Salvador Caetano, 2013) Grupo Salvador Caetano. (2013). Grupo Salvador Caetano. Obtido em 6 de março de 2014, de Grupo Salvador Caetano: <http://www.gruposalvadorcaetano.pt>
- (International Energy Agency, 2010) International Energy Agency. (2010). Phase out of incandescent lamps Implications for international supply and demand for regulatory compliant lamps. Paris: OECD/IEA.
- (LEDability, 2014) LEDability. (2014). Catálogo janeiro 2014. Porto: LEDability: Soluções de iluminação de tecnologia led, Lda.
- (LightWave, 2013) LightWave. (2013). Products. Obtido em 1 de outubro de 2014, de LightWave:
<http://www.ledlightwave.com/led-high-bay-light/369851.html>
- (Livro verde sobre a eficiência energética, 2005) Livro verde sobre a eficiência energética. (2005). Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.
- (Norcontrol, 2014) Norcontrol. (2014). Correção do fator de potência de uma instalação elétrica . Obtido em 20 de outubro de 2014, de Norcontrol - Equipamentos elétricos e eletrónicos:
<http://www.norcontrol.pt/cms/view/id/73>
- (Oliveira & Pereira, 2011) Oliveira, M. Â., & Pereira, F. A. (2011). Curso Técnico Instalador de energia solar fotovoltaica. Publindústria.
- (OSRAM, 2009) OSRAM. (2009). Iluminação: conceitos e projectos.
- (OSRAM, 2014) OSRAM. (2014). Lâmpadas de Vapor de Mercúrio. Obtido em 15 de setembro de 2014, de OSRAM: http://www.osram.pt/osram_pt/produtos/lampadas/lampadas-de-descarga-de-alta-intensidade/lampadas-de-vapor-de-mercuro/hql-de-luxe/index.jsp
- (OSRAM, 2014) OSRAM. (2014). Lâmpadas halógenas. Obtido em 1 de outubro de 2014, de OSRAM: http://www.osram.pt/osram_pt/produtos/lampadas/lampadas-halogenas/halogen-classic-eco/classic-eco-superstar-a/index.jsp
- (OSRAM, 2014) OSRAM. (2014). Lâmpadas incandescentes. Obtido em 1 de outubro de 2014, de OSRAM: http://www.osram.pt/osram_pt/produtos/lampadas/lampadas-incandescentes/classic/classic-a/index.jsp
- (OSS Company, 2013) OSS Company. (2013). Siemens WinCC Flexible. Obtido em 5 de outubro de 2014, de OSS Company: <http://www.scada.lviv.ua/uk/scada/wincc-flexible>

- (Paineis Fotovoltaicos.com, 2011) Paineis Fotovoltaicos.com. (2011). Painéis Monocristalinos. Obtido em 8 de setembro de 2014, de Paineis Fotovoltaicos.com:
<http://www.paineisfotovoltaicos.com/monocristalinos.php>
- (Paineis Fotovoltaicos.com, 2011) Painéis Fotovoltaicos.com. (2011). Painéis Policristalinos. Obtido em 8 de setembro de 2014, de Painéis Fotovoltaicos.com:
<http://www.paineisfotovoltaicos.com/policristalinos.php>
- (Philips, 2005) Philips. (2005). Guia de Iluminação. Philips.
- (PortalSolar, 2012) Portal Solar. (2012). Tipos de painel solar fotovoltaico. Obtido em 8 de setembro de 2014, de Portal Solar:
http://www.portalsolar.com.br/tipos_de_painel_solar_fotovoltaico.html
- (Quintas, 2004) Quintas, A. R. (2004). Automação Industrial Ramo de Automação, Produção e Electrónica Industrial SCADA. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 20/2013 de 10 de abril. Diário da República, 1ª Série - N.º 70. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 29/2010 de 15 de abril. Diário da República, 1ª Série - N.º 73. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.
- (Rodrigues, 2012) Rodrigues, E. P. (2012). Manual de iluminação eficiente 1ª Edição. Electrobrás/Procel.
- (Schneider electric, 2014) Schneider electric. (2014). Equipamentos e sistemas de distribuição de energia em baixa tensão - Catálogo 2014/2015. Schneider electric.
- (Schneider electric, 2014) Schneider electric. (2014). Equipamentos e sistemas de distribuição de energia em baixa tensão - Tabelas de Preços 2014/2015. Schneider electric.
- (SGS, 2013) SGS. (2013). WEBINAR Certificação de Sistemas de Gestão de Energia NP EN ISO 50001:2012. Lisboa: SGS.
- (Silva, 2004) Silva, G. V. (2004). As redes de campo em instrumentação e controlo industrial. Lisboa: Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.
- (Winners Automation, 2013) Winners Automation. (2013). Software RSLogix5000. Obtido em 5 de outubro de 2014, de Winners Automation:
<http://www.winsauto.com/main/sub/contents/?menu=36&data=30>

Anexos

Anexo A – Cronograma de estágio

Tabela A.1 – Cronograma do estágio.

Cronograma de Estágio	fevereiro				março				abril				maio				junho				julho			
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Plano Energético do GSC																								
1.1 Análise dos principais tópicos e objetivos	X																							
2. Caso de estudo 1																								
2.1 Conhecimento geral da instalação		X																						
2.2 Avaliação do impacto do PE do GSC sobre os consumos energéticos da instalação			X	X	X																			
2.3 Aplicação de ações relativas ao Plano de Sensibilização do GSC																		X						
2.4 Outros (de interesse do estagiário, GALP, UA)																			X	X	X	X	X	X
3. Caso de estudo 2																								
3.1 Conhecimento geral da instalação						X																		
3.2 Avaliação do impacto do PE do GSC sobre os consumos energéticos da instalação							X	X	X															
3.3 Aplicação de ações relativas ao Plano de Sensibilização do GSC																								
3.4 Outros (de interesse do estagiário, GALP, UA)																			X	X	X	X	X	X
4. Caso de estudo 3																								
4.1 Conhecimento geral da instalação										X														
4.2 Avaliação do impacto do PE do GSC sobre os consumos energéticos da instalação											X	X	X											
4.3 Aplicação de ações relativas ao Plano de Sensibilização do GSC																		X						
4.4 Outros (de interesse do estagiário, GALP, UA)																			X	X	X	X	X	X
5. Casos de estudo 4 e 5																								
5.1 Conhecimento geral da instalação														X										
5.2 Avaliação do impacto do PE do GSC sobre os consumos energéticos da instalação															X	X	X							
5.3 Aplicação de ações relativas ao Plano de Sensibilização do GSC																		X						
5.4 Outros (de interesse do estagiário, GALP, UA)																			X	X	X	X	X	X
6. Conclusão																								
6.1 Discussão de resultados																			X	X				
6.2 Elaboração de relatório																					X	X	X	X

Anexo B – Investimentos considerados nos cálculos da Iluminação

Tabela B.1 – Sobrecustos da substituição tecnológica.

Fonte: ENP.

Tipo de lâmpada	Sobrecusto (€)
ECO Fluorescente Tubular T8 de 16 W	1,03 €
Eco Fluorescente Tubular T8 de 32 W	1,52 €
Eco Fluorescente Tubular T8 de 51 W	1,98 €
Eco Fluorescente Tubular T5 de 50 W	0,66 €

Tabela B.2 – Investimentos iniciais das lâmpadas led e reguladores de tensão.

Fonte: ENP.

Tipo de lâmpada	Investimento (€)
Led 84 W	293,00€
Regulador de Tensão de 20A (4600W)	1000€

Anexo C – Consumos de energia elétrica

Caso de estudo 1

Tabela C.1 – Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 1.

Custos totais vs Custos de energia reativa						
Mês	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER
	2012		2013		2014	
janeiro	1954,79 €	147,85 €	1502,33 €	65,79 €	1540,16 €	2,33 €
fevereiro	1267,15 €	94,82 €	1326,21 €	66,77 €	1315,83 €	2,13 €
março	1204,15 €	82,86 €	1305,73 €	58,46 €	1182,82 €	1,50 €
abril	1113,17 €	76,27 €	1123,36 €	61,28 €	1001,49 €	0,72 €
maio	1141,86 €	83,75 €	1190,72 €	61,37 €	1014,20 €	2,24 €
junho	1056,49 €	70,24 €	1111,82 €	43,80 €	-	-
julho	1122,78 €	79,30 €	1461,69 €	67,22 €	-	-
agosto	1093,59 €	76,36 €	1213,94 €	55,67 €	-	-
setembro	1069,92 €	64,44 €	1081,88 €	33,69 €	-	-
outubro	1269,69 €	70,01 €	1341,98 €	62,44 €	-	-
novembro	1339,92 €	78,90 €	1378,89 €	50,95 €	-	-
dezembro	1376,57 €	54,32 €	1634,70 €	114,51 €	-	-
Total (€)	15010,08 €	979,12 €	15673,25 €	741,95 €	6054,50 €	8,92 €

Tabela C.2 – Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2012.

2012		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	2355,02	1341,94	1 580,78	1734,42	1375,73	1534,38	1363,89	1391,91	1694,78	1719,4	1535,27	2097,71
	Super Vazio	1095,8	662,9	665,18	639,56	615,13	587,51	574,09	605,12	517,44	662,56	597,52	634,15
	Ponta	2726,2	1804,87	1 372,07	960,91	1050,84	941,62	1016,81	982,78	874,83	1385,08	1932,23	1858,42
	Cheia	6130,85	3989,78	3 805,34	3363,09	3760,74	3482,94	3771,58	3613,61	3465,73	4228,65	4441,21	4210,17
	Consumo total de EA (kWh)	12307,87	7799,49	7423,37	6697,98	6802,44	6546,45	6726,37	6593,42	6552,78	7995,69	8506,23	8800,45
Energia Reativa	Escalão 1	885,68	579,46	517,77	432,35	481,16	442,43	477,64	458,91	432,57	558,78	630,56	605,84
	Escalão 2	883,53	574,35	507,81	428,53	478,64	435,93	474,58	450,51	426,27	550,78	625,02	576,06
	Escalão 3	1788,2	1142,9	995,63	934,18	1022,39	841,72	958,48	925,4	760,27	787,22	885,58	535,91
	Total (kVAr)	3557,41	2296,71	2021,21	1795,06	1982,19	1720,08	1910,7	1834,82	1619,11	1896,78	2141,16	1717,81
	Fornecida	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Tabela C.3 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2013.

2013		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	1270,14	1 488,11	1782,16	1376	1162,66	1451,55	1466,62	1373,39	1386,96	1637,62	1770,78	2139,71
	Super Vazio	613,13	609,34	623,14	448,41	517,04	435,36	590,29	463,98	526,45	780,29	774,7	860,37
	Ponta	2232,75	1 830,64	1530,05	996,89	1088,82	942,89	1453,8	1024,87	947,79	1496,89	1891,94	2167,94
	Cheia	5048,49	4 188,94	3908,4	3430,34	4046,1	3564,82	5032,62	4459,81	3749,64	4523,68	4513,59	4984,67
	Consumo total de EA (kWh)	9164,51	8117,03	7843,75	6251,64	6814,62	6394,62	8543,33	7322,05	6610,84	8438,48	8951,01	10152,69
Energia Reativa	Escalão 1	713,63	587,39	523,56	429,99	495,33	434,86	633,49	540,35	461,67	585,43	621,02	451,59
	Escalão 2	696,71	572,02	512,02	429,56	495,33	432,76	633	540,35	460,24	585,43	607,54	426,88
	Escalão 3	624,89	695,48	603,74	679,31	643,32	407,77	655,68	152	239,5	624,44	449,07	404,69
	Total (kVAr)	2035,23	1854,89	1639,32	1538,86	1633,98	1275,39	1922,17	1232,7	1161,41	1795,3	1677,63	1283,16
	Fornecida	7	2	3	13	46	96	85	152	145	10	24	4053

Tabela C.4 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 1 em 2014.

2014		janeiro	fevereiro	março	abril	maio
Energia Ativa	Vazio Normal	1519,67	1610,63	1547,75	1641,29	1183,19
	Super Vazio	722,24	696,77	681,2	620,54	936,46
	Ponta	2465,62	2025,82	1576,86	901,86	997,79
	Cheia	5592,43	4503,58	3844,62	3226,99	3303,91
	Consumo total de EA (kWh)	10299,96	8836,8	7650,43	6390,68	6421,35
	Custo total de EA (€)	635,28 €	540,74 €	465,24 €	383,26 €	386,88 €
Energia Reativa	Escalão 1	0	0	0	0	0
	Escalão 2	0	0	0	0	0
	Escalão 3	0	0	0	0	0
	Total (kVAr)	0	0	0	0	0
	Fornecida	126	115	81	39	121

Tabela C.5 – Fator de potência da instalação 1 em 2012 a 2014.

Fator de Potência			
Mês	2012	2013	2014
janeiro	0,85	0,89	0,99
fevereiro	0,85	0,88	0,99
março	0,85	0,88	0,99
abril	0,84	0,86	0,98
maio	0,84	0,88	0,98
junho	0,85	0,89	-
julho	0,84	0,89	-
agosto	0,84	0,89	-
setembro	0,85	0,90	-
outubro	0,86	0,88	-
novembro	0,87	0,90	-
dezembro	0,89	0,94	-

Caso de estudo 2

Tabela C.6 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 2.

Custos totais vs custos de energia reativa						
Mês	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER
	2012		2013		2014	
janeiro	2260,01 €	377,38 €	2076,75 €	342,44 €	2099,03 €	0,18 €
fevereiro	2318,85 €	363,77 €	2116,39 €	354,69 €	1685,70 €	1,31 €
março	2047,85 €	312,51 €	1772,56 €	250,19 €	1952,36 €	0,27 €
abril	1862,79 €	268,29 €	1532,46 €	N/D	1587,47 €	0,29 €
maio	1379,89 €	319,99 €	1784,56 €	N/D	0,00 €	-
junho	956,18 €	273,79 €	1595,35 €	N/D	0,00 €	-
julho	2084,12 €	265,34 €	1594,70 €	N/D	0,00 €	-
agosto	2031,42 €	270,22 €	1487,62 €	N/D	0,00 €	-
setembro	1906,52 €	250,84 €	1519,29 €	N/D	0,00 €	-
outubro	2027,95 €	305,37 €	1810,07 €	N/D	0,00 €	-
novembro	2116,34 €	338,14 €	1676,76 €	0,18 €	0,00 €	-
dezembro	1879,67 €	280,15 €	1461,61 €	0,60 €	0,00 €	-
Total (€)	23 871,58 €	3625,81 €	20 428,11 €	948,09 €	7324,56 €	2,05 €

Tabela C.7 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2012.

2012		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	749,62	938,29	825,11	945,45	853,03	761,01	995,55	1014,69	1012,60	760,32	683,80	845,85
	Super Vazio	427,57	526,56	449,69	416,00	440,33	422,81	493,94	537,33	445,78	390,13	385,37	390,13
	Ponta	3358,59	3395,28	2 974,55	2 489,77	3 278,50	2836,32	3063,91	2902,31	2709,69	3048,83	3275,51	2737,53
	Cheia	7438,72	7696,38	6 334,68	4 910,47	6 326,18	6718,22	5803,052	5848,81	5288,49	6240,30	7094,38	5782,68
	Consumo de EA (kWh)	11974,49	12556,51	10584,03	8 761,68	10898,05	10738,35	10356,44	10303,13	9456,56	10439,58	11439,06	9756,19
	Custo total de EA (€)	793,41	829,06	698,67	575,08	720,21	642,48	681,39	676,68	619,68	690,66	758,74	643,37
Energia Reativa	Escalão 1	1079,71	1109,17	930,95	737,59	954,38	844,9	871,86	864,75	782,99	920,37	1032,45	846,75
	Escalão 2	993,90	1096,51	927,87	731,63	949,63	843,67	870,55	861,53	780,87	919,73	1032,30	838,80
	Escalão 3	5088,76	4876,38	4196,69	3631,68	4295,76	3660,19	3524,19	3600,95	3349,97	4086,43	4523,73	3698,04
	Total (kVAr)	7162,37	7082,06	6055,50	5100,90	6199,76	5348,76	5266,60	5327,22	4913,83	5926,54	6588,49	5383,59
	Fornecida	3,40	3,40	1,70	N/D	6,80	13,6	11,05	6,8	9,35	37,40	21,25	1,70

Tabela C.8 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2013.

2013		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	647,85	683,81	808,65	853,99	761,13	763,27	646,27	638,61	664,61	580,42	565,45	789,70
	Super Vazio	392,56	367,34	420,76	378,56	401,19	418,53	365,46	357,66	351,34	358,65	352,19	369,71
	Ponta	3026,03	3076,54	3104,07	2387,11	3028,47	2627,17	2791,54	2621,50	2608,38	3395,98	3176,75	2480,00
	Cheia	6556,93	6722,45	6300,97	4647,18	5692,87	5130,25	5032,47	4497,59	4599,12	7100,54	6960,09	5571,37
	Consumo de EA (kWh)	10623,37	10850,14	10634,44	8266,84	9883,66	8939,23	8835,74	8115,37	8223,44	11435,59	11054,48	9210,78
	Custo total de EA (€)	704,06 €	718,33 €	702,91 €	543,27 €	653,45 €	576,37 €	556,40 €	510,43 €	517,05 €	723,49 €	698,98 €	577,80 €
Energia Reativa	Escalão 1	958,03	979,88	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	7,8625	12,0445
	Escalão 2	948,42	977,35	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,8245	2,635
	Escalão 3	4455,67	4618,14	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	5,95	4,3435
	Total (kVAr)	6362,12	6575,37	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	14,637	19,023
	Fornecida	4,25	4,25	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	6,8

Tabela C.9 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 2 em 2014.

2014		janeiro	fevereiro	março	abril
Energia Ativa	Vazio Normal	659,58	640,32	748,15	801,49
	Super Vazio	421,13	381,11	407,93	285,31
	Ponta	3936,02	2983	3370,13	2484,78
	Cheia	8509,82	6813,23	7071,12	4806,14
	Consumo total de EA (kWh)	13526,55	10817,66	11597,33	8377,72
	Custo total de EA	855,86	682,38	731,36	531,05
Energia Reativa	Escalão 1	8,99	13,43	11,58	14,44
	Escalão 2	0	8,18	2,84	3,1
	Escalão 3	0	11,77	0	0
	Total (kVAr)	8,99	33,38	14,42	17,54
	Fornecida	6	7	6	5

Tabela C.10 - Fator de potência da instalação 2 em 2012 a 2014.

Fator de Potência			
Mês	2012	2013	2014
janeiro	0,75	0,75	0,89
fevereiro	0,75	0,75	0,90
março	0,75	0,74	0,90
abril	0,74	0,82	0,91
maio	0,75	0,88	-
junho	0,76	0,99	-
julho	0,76	0,98	-
agosto	0,77	0,98	-
setembro	0,77	0,98	-
outubro	0,76	0,99	-
novembro	0,76	0,99	-
dezembro	0,76	0,99	-

Caso de estudo 3

Tabela C.11 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 3.

Custos totais vs Custos de energia reativa						
Mês	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER
	2012		2013		2014	
janeiro	2025,88 €	140,96 €	2276,59 €	88,70 €	2363,56 €	3,44 €
fevereiro	2807,92 €	180,58 €	2557,16 €	156,38 €	2856,68 €	5,27 €
março	2439,93 €	200,60 €	2063,47 €	112,01 €	1919,68 €	7,10 €
abril	2567,75 €	188,44 €	2321,56 €	128,39 €	2227,47 €	9,53 €
maio	2481,95 €	158,45 €	2151,62 €	90,55 €	2064,96 €	8,70 €
junho	2908,84 €	219,45 €	3017,97 €	11,11 €	-	-
julho	2952,30 €	215,00 €	1832,26 €	3,08 €	-	-
agosto	2490,83 €	146,53 €	2362,38 €	6,95 €	-	-
setembro	2593,18 €	147,87 €	2681,45 €	4,58 €	-	-
outubro	2315,20 €	136,64 €	2317,23 €	1,25 €	-	-
novembro	2303,71 €	125,29 €	2205,56 €	4,95 €	-	-
dezembro	2677,84 €	134,64 €	2334,59 €	3,59 €	-	-
Total (€)	30565,33 €	1994,45 €	28121,84 €	611,54 €	11432,35 €	34,04 €

Tabela C.12 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2012.

2012		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	1411,97	2835,33	2 106,04	2 903,40	3527,70	3117,09	2698,32	2600,97	1722,75	2067,89	2136,26	2337,58
	Super Vazio	868,10	1332,40	1143,80	1 505,78	1553,86	1640,65	1540,85	1141,25	1003,13	994,38	1125,22	1121,50
	Ponta	3481,54	4169,99	3 679,59	3 010,33	2518,24	3203,7	3284,01	2711,97	3322,83	2759,01	3320,77	4457,87
	Cheia	6831,90	9423,82	7 997,81	8 186,31	7393,83	9659,22	10542,93	8484,50	9420,04	7702,11	7711,39	9197,90
	Consumo de EA (kWh)	12593,51	17761,54	14927,24	15605,82	14993,63	17620,66	18066,11	14938,69	15468,75	13523,39	14293,64	17114,85
	Custo total de EA (€)	1031,26	1359,38	1152,23	119,64	990,36	1281,08	1382,67	1102,85	1236,13	1006,80	1070,21	1349,06
Energia Reativa	Escalão 1	1005,44	1326,70	1134,23	1096,78	961,79	1271,47	1378,33	1087,24	1236,13	997,42	1070,21	1349,06
	Escalão 2	1629,68	2069,81	2452,17	3010,33	1096,73	2671,11	2558,67	1628,08	1597,05	1555,25	1333,36	1349,92
	Escalão 3	3666,38	4755,89	4738,63	4226,75	3048,88	5223,66	5319,67	3818,17	4069,31	3559,47	3473,78	4048,04
	Total (kVAr)	1,00	4,00	3,00	2	#	#	#	196	141,00	65,00	158	148,00
	Fornecida	1411,97	2835,33	2 106,04	2 903,40	3 527,70	3117,09	2698,32	2600,97	1722,75	2067,89	2136,26	2337,58

Tabela C.13 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2013.

2013		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	2537,37	1 715,32	1549,83	1854,62	2129,30	2593,97	1279,36	2099,24	1855,42	2256,06	1660,19	1710,51
	Super Vazio	1095,19	956,11	861,88	977,12	1024,43	1320,62	736,00	1003,14	1070,19	1066,45	946,10	991,38
	Ponta	3141,87	3 892,06	3008,93	2904,08	2322,87	3671,06	2543,94	2853,87	3707,14	2830,07	3481,44	3961,47
	Cheia	7266,31	8 554,56	6721,62	7172,55	6493,61	10168,75	6906,36	8593,34	9944,46	8141,23	8127,52	8677,27
	Consumo de EA (kWh)	14040,74	15118,05	12142,26	12908,37	11970,21	17754,40	11465,66	14549,59	16577,21	14293,81	14215,25	15340,63
	Custo total de EA (€)	903,09 €	987,50 €	789,84 €	835,90 €	768,28 €	1148,63€	711,76 €	896,50 €	1029,01€	877,88 €	882,11 €	953,64 €
Energia Reativa	Escalão 1	989,67	1189,83	937,35	969,15	638,97	#	#	#	#	#	#	#
	Escalão 2	972,38	1189,83	937,35	969,15	638,97	#	#	#	#	#	#	#
	Escalão 3	807,25	1658,38	1091,29	974,9	892,05	#	#	#	#	#	#	#
	Total (kVAr)	2769,30	4038,04	2965,99	2913,20	2169,99	#	#	#	#	#	#	#
	Fornecida	2537,37	1 715,32	1549,83	1854,62	2129,30	2593,97	1279,36	2099,24	1855,42	2256,06	1660,19	1710,51

Tabela C.14 – Energia reativa e ativa no caso de estudo 3 em 2014.

2014		janeiro	fevereiro	março	abril	maio
Energia Ativa	Vazio Normal	2834,90	1669,80	1660,68	2038,59	1786,24
	Super Vazio	1103,18	1042,53	996,94	1154,23	1071,44
	Ponta	3547,95	5130,05	2985,39	2924,83	2542,84
	Cheia	7969,98	10729,83	6839,72	7441,29	6896,98
	Consumo total de EA (kWh)	15456,01	18572,21	12482,73	13558,94	12297,50
	Custo total de EA	946,89 €	1161,30 €	770,47 €	832,85 €	755,47 €
Energia Reativa	Escalão 1	#	#	#	#	#
	Escalão 2	#	#	#	#	#
	Escalão 3	#	#	#	#	#
	Total (kVAr)	#	#	#	#	#
	Fornecida	189	285	384	515	470

Tabela C.15 - Fator de potência da instalação 3 em 2012 a 2014.

Fator de Potência			
Mês	2012	2013	2014
janeiro	0,87	0,9	1
fevereiro	0,87	0,88	1
março	0,85	0,88	1
abril	0,85	0,88	1
maio	0,85	0,92	-
junho	0,85	1	-
julho	0,86	1	-
agosto	0,87	1	-
setembro	0,88	1	-
outubro	0,87	1	-
novembro	0,88	1	-
dezembro	0,89	1	-

Caso de estudo 4

Tabela C.16 - Consumo de energia elétrica no caso de estudo 4 de 2012 a 2014.

	Consumo Vazio (kWh)	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Cheia (kWh)	Consumo Total (kWh)	Custo energia (€)	Custo total (€)
setembro - outubro	2041	2105	5254	9400	1478,08	1990,69
novembro - dezembro	Dados não disponíveis					
janeiro - fevereiro	1662	2414	5368	9444	1639,04	2128,24
março - abril	1939	1906	4813	8658	1395,75	1883
maio - junho	1202	1964	3980	7146	1232,15	1690,13
julho - agosto	2037	1636	4356	8029	1235,74	1726,79
setembro	1096	1217	3072	5385	387,94	1143,21
outubro	114	320	1440	1874	110,08	404,28
novembro	867	744	2183	3794	240,98	747,92
dezembro	867	744	2183	3794	240,76	747,49
janeiro	896	769	2256	3921	249,05	755,83
fevereiro	1043	2306	3451	6800	438,18	1430,4
março	832	928	2219	3979	253,67	769,67
abril	921	1028	2457	4406	280,90	852,91
maio	761	1103	2111	3975	245,31	806,33

Caso de estudo 5

Tabela C.17 - Consumo de energia elétrica no caso de estudo 5 de 2012 a 2014.

Consumos de energia elétrica (kWh)			
Mês	2012	2013	2014
janeiro	12460,25	10874,27	10960,88
fevereiro	7053,75	10657,22	11557,95
março	8823,35	11282,86	8688,63
abril	8128,08	10991,75	9531,55
maio	7801,99	7053,75	8065,28
junho	8285,03	8372,59	-
julho	8591,71	9267,30	-
agosto	8491,07	9135,64	-
setembro	8938,62	8402,11	-
outubro	8641,76	8788,13	-
novembro	9981,40	9122,45	-
dezembro	10508,31	11068,64	-
Consumo anual (kWh)	107705,32	107963,00	48804,29

Tabela C.18 - Custos totais de energia e custos de energia reativa no caso de estudo 5.

Custos totais vs Custos de energia reativa						
Mês	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER	Custo total	Custo ER
	2012		2013		2014	
janeiro	1832,96 €	45,46 €	1922,72 €	N/D	1676,81 €	63,81 €
fevereiro	1017,94 €	19,24 €	1675,43 €	N/D	1802,50 €	81,88 €
março	1324,54 €	37,12 €	1691,49 €	N/D	1365,68 €	50,41 €
abril	1280,12 €	3,27 €	1647,09 €	N/D	1542,54 €	53,49 €
maio	1232,74 €	28,96 €	1311,82 €	N/D	1294,09 €	40,40 €
junho	1336,34 €	59,99 €	1422,59 €	N/D	-	-
julho	1347,58 €	51,51 €	1391,02 €	N/D	-	-
agosto	1401,67 €	56,47 €	1297,28 €	N/D	-	-
setembro	1413,84 €	52,86 €	1365,66 €	N/D	-	-
outubro	1413,84 €	88,70 €	1343,46 €	N/D	-	-
novembro	1560,69 €	93,68 €	1624,64 €	41,06 €	-	-
dezembro	1631,58 €	90,35 €	1676,81 €	63,81 €	-	-
Total (€)	16 793,84 €	627,61 €	18 370,01 €	104,87 €	7681,62 €	289,99 €

Tabela C.19 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2012.

2012		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	2184,12	1338,41	1695,29	1750,01	1617,25	1625,67	1708,29	1590,14	1737,76	1603,2	1821,34	2013,16
	Super Vazio	1196,69	695,03	834,16	722,24	711,63	715,23	748,67	767,29	773,29	729,65	807,33	856,78
	Ponta	2715,44	1541,89	2 019,06	1309,48	1322,18	1379,18	1378,19	1416,17	1427,23	1466,26	2158,53	2377,13
	Cheia	6364,00	3478,42	4274,84	4346,35	4150,93	4564,95	4756,56	4717,47	5000,34	4842,65	5194,2	5261,24
	Consumo de EA (kWh)	12460,25	7053,75	8823,35	8128,08	7801,99	8285,03	8591,71	8491,07	8938,62	8641,76	9981,4	10508,31
	Custo total de EA (€)	799,41 €	451,23 €	564,84 €	517,32 €	497,21 €	529,41 €	548,53 €	543,01 €	571,16 €	553,47 €	641,27 €	674,28 €
Energia Reativa	Escalão 1	906,91	495,79	624,43	541,92	523,38	592,06	613,4	612,41	559,82	630,89	734,63	761,57
	Escalão 2	859,49	450,42	577,64	50,37	467	557,56	600,82	596,15	552,54	617,69	726,51	745,79
	Escalão 3	283,44	78,79	283,03	307,18	194,44	629,22	483,64	564,02	530,92	1331,22	1053,85	996,88
	Total (kVar)	2049,84	1025	1485,1	899,47	1184,82	1778,84	1697,86	1772,58	1643,28	2579,8	2514,99	2504,24
	Fornecida	2184,12	1338,41	1695,29	1750,01	1617,25	1625,67	1708,29	1590,14	1737,76	1603,2	1821,34	2013,16

Tabela C.20 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2013.

2013		janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Energia Ativa	Vazio Normal	2184,12	1338,41	1695,29	1750,01	1617,25	1625,67	1708,29	1590,14	1737,76	1603,2	1821,34	2013,16
	Super Vazio	1196,69	695,03	834,16	722,24	711,63	715,23	748,67	767,29	773,29	729,65	807,33	856,78
	Ponta	2715,44	1541,89	2 019,06	1309,48	1322,18	1379,18	1378,19	1416,17	1427,23	1466,26	2158,53	2377,13
	Cheia	6364,00	3478,42	4 274,84	4346,35	4150,93	4564,95	4756,56	4717,47	5000,34	4842,65	5194,2	5261,24
	Consumo de EA (kWh)	12460,25	7053,75	8823,35	8128,08	7801,99	8285,03	8591,71	8491,07	8938,62	8641,76	9981,4	10508,31
	Custo total de EA (€)	799,41 €	451,23 €	564,84 €	517,32 €	497,21 €	529,41 €	548,53 €	543,01 €	571,16 €	553,47 €	641,27 €	674,28 €
Energia Reativa	Escalão 1	906,91	495,79	624,43	541,92	523,38	592,06	613,4	612,41	559,82	630,89	734,63	761,57
	Escalão 2	859,49	450,42	577,64	50,37	467	557,56	600,82	596,15	552,54	617,69	726,51	745,79
	Escalão 3	283,44	78,79	283,03	307,18	194,44	629,22	483,64	564,02	530,92	1331,22	1053,85	996,88
	Total (kVar)	2184,12	1338,41	1695,29	1750,01	1617,25	1625,67	1708,29	1590,14	1737,76	1603,2	1821,34	2013,16
	Fornecida	1196,69	695,03	834,16	722,24	711,63	715,23	748,67	767,29	773,29	729,65	807,33	856,78

Tabela C.21 - Energia reativa e ativa no caso de estudo 5 em 2014.

2014		janeiro	fevereiro	março	abril	maio
Energia Ativa	Vazio Normal	2071,66	1948,8	1428,09	1775,66	1817,45
	Super Vazio	1016,39	943,57	719,45	868,39	835,75
	Ponta	2378,56	2604,96	2051,84	1836,05	1278,15
	Cheia	5494,27	6060,62	4489,25	5051,45	4133,93
	Consumo total de EA (kWh)	10960,88	11557,95	8688,63	9531,55	8065,28
	Custo total de EA (€)	667,94 €	708,44 €	533,09 €	580,69 €	486,25 €
Energia Reativa	Escalão 1	779,52	860,29	643,72	673,97	534,53
	Escalão 2	757,34	832,96	602,02	594	429,72
	Escalão 3	534,14	732,88	390,98	432,79	320,68
	Total (kVAR)	2071	2426,13	1636,72	1700,76	1284,93
	Fornecida	14	18	83	80	99

Tabela C.22 - Fator de potência da instalação 5 em 2012 a 2014.

Fator de Potência			
Mês	2012	2013	2014
janeiro	0,92	0,90	0,90
fevereiro	0,92	0,90	0,89
março	0,91	0,90	0,90
abril	0,91	0,90	0,90
maio	0,92	0,90	-
junho	0,89	0,90	-
julho	0,90	0,91	-
agosto	0,89	0,91	-
setembro	0,91	0,91	-
outubro	0,86	0,90	-
novembro	0,87	0,91	-
dezembro	0,88	0,91	-

Anexo D– Consumos de gás natural

Caso de estudo 1

Tabela D.1 – Consumos e custos de gás natural no caso de estudo 1.

Consumos e custos de gás natural									
	2012			2013			2014		
	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)
janeiro	178	2306	156,8	126	1626	129,15	20	254	29,14
fevereiro	83	1068	76,16	11	142	17,37	-	-	-
março	31	397	33,28	4	52	10,61	-	-	-
abril	8	103	13,26	16	207	22,72	-	-	-
maio	11	141	17,12	6	78	14,24	-	-	-
junho	7	90	12,64	3	39	9,41	-	-	-
julho	2	26	9,02	0	0	7,15	-	-	-
agosto	4	52	11,64	1	13	5,94	-	-	-
setembro	3	39	9,51	0	0	4,32	-	-	-
outubro	4	52	11,16	0	0	4,91	-	-	-
novembro	10	130	16,96	0	0	4,32	-	-	-
dezembro	119	1534	116,59	0	0	4,46	-	-	-
Total	460	5938	484,14	167	2157	234,6	20	254	29,14

Caso de estudo 3

Tabela D.2 - Consumos e custos de gás natural no caso de estudo 3.

Consumos e custos de gás natural									
	2012			2013			2014		
	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)	Consumo (m³)	Consumo (kWh)	Custos (€)
janeiro	-	-	-	794	10258	771,83	1960	24852	2171,75
fevereiro	-	-	-	1429	18411	1387,64	1209,5	15294	1345,38
março	-	-	-	781	9870	747,02	1209,5	15294	1345,38
abril	-	-	-	679	8778	665,59	-	-	-
maio	-	-	-	110	1421	114,50	-	-	-
junho	417	5352,256	354,39	1281	26563	1249,27	-	-	-
julho	335	4305	311,08	139	1782	154,64	-	-	-
agosto	332	4285	314,14	546	6957	594,66	-	-	-
setembro	-	-	-	335	4257	366,04	-	-	-
outubro	398	5159	376,12	538	6888	589,06	-	-	-
novembro	852	11074	799,06	402	5067	434,41	-	-	-
dezembro	798	10285	741,96	286	3601	310,87	-	-	-
Total	3132	40460,26	2896,75	6526	93595	6613,7	2419	30588	2690,76

Anexo E – Consumo de gasóleo de aquecimento

Caso de estudo 2

Tabela E.1 - Consumos e custos de gasóleo de aquecimento no caso de estudo 2.

Consumo e custo do gasóleo de aquecimento						
	Litros	Custos (€)	Litros	Custos (€)	Litros	Custos (€)
janeiro	1400	1832,6	2111	2683,51	2549	2990,71
fevereiro	1260	1598,94	2950	3837,05	2737	3514,29
março	1150	1518,85	1234	1615,31	1260	1611,54
abril	2453	3258,77	2583	2956,4	-	-
maio	1255	1631,54	1138	1455,5	-	-
junho	1205	1492,99	1215	1553,98	-	-
julho	1170	1461,33	1260	1661,94	-	-
agosto	1242	1650,52	1210	1595,98	-	-
setembro	1105	1479,80	1100	1428,9	-	-
outubro	986	1290,67	1235	1604,26	-	-
novembro	2466	3229,37	1175	1502,83	-	-
dezembro	2755	3537,99	2577	3349,09	-	-
Total	17047	22150,77	19788	25244,75	6546	8116,54

Anexo F – Faturação, reparações e viaturas vendidas em 2012 e 2013 por caso de estudo

Tabela F.1 - Faturação, reparações e viaturas vendidas em 2012 e 2013 por caso de estudo.

Caso de estudo 1	2012	2013
Nº total de viaturas vendidas	239	251
Nº de ordens de Serviço	4091	4199
Nº de horas faturadas	9.515,547	9.088,847
Faturação total (€)	4 240 694,99€	4 816 788,11€
Caso de estudo 2	2012	2013
Nº de ordens de Serviço	1704	1596
Faturação total (€)	1 506 631,91€	1 337 676,16€
Caso de estudo 3	2012	2013
Nº de viaturas vendidas	326	499
Nº de ordens de Serviço	Dados indisponíveis	
Faturação total (€)	2 241 579,26€	2 799 680,13
Caso de estudo 4	2012	2013
Nº viaturas vendidas	207	143
Nº de ordens de Serviço	3022	2791
Faturação total (€)	5 443 650,18	6 211 191,44
Caso de estudo 5	2012	2013
Nº viaturas vendidas	305	423
Nº de ordens de Serviço	6758	6177
Faturação total (€)	7 484 954,42€	8 595 498,24€